



“FAN VA TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI”

MAVZUSIDAGI

XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN
MATERIALLARI TO‘PLAMI

III SHO‘BA

Qarshi shahri, 2026-yil 8-10-oktabr



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

PANCASAKTI TEGAL UNIVERSITETI

KARABÜK UNIVERSITETI

QOZON FEDERAL UNIVERSITETI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

QARSHI DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

FAN VA TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI

mavzusidagi

**XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI
TO‘PLAMI**

**III SHO‘BA (TABIIY FANLAR)
Qarshi shahri, 2026-yil 8-10-oktabr**

Veb-sayt: <https://conference.ipu-edu.uz/>

**QARSHI
“ILM-FAN-MA’NAVIYAT” NASHRIYOTI
2026**

UO‘K: 001 (063)

KBK: 72я43

F 24

Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari.

Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami/

– Qarshi: «Ilm-fan-ma’naviyat» nashriyoti, 2026.

Ushbu to‘plam O‘zbekiston respublikasi oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Pancasakti tegal universiteti, Karabük universiteti, Qozon federal universiteti, Qarshi davlat universiteti hamda Qarshi davlat texnika universiteti hamkorligida “Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari” mavzusida 2026 yil 8-10 oktabr kunlari o‘tkazilgan xalqaro ilmiy-amaliy anjuman ma’ruzalari asosida tayyorlangan nashr hisoblanadi.

To‘plamga kiritilgan maqolalarda aniq fanlar (matematika, fizika, informatika, statistika va ma’lumotlar tahlili, amaliy matematika va matematik modellashirish), muhandislik fanlari (axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, neft va gaz sanoatidagi ilg‘or texnologiyalar, energetika tizimlari va energiya tejamkor texnologiyalar, konlarni o‘zlashtirish va qatlam muhandisligi, sanoat xavfsizligi, xavflarni baholash va ishonchlilik muhandisligi), tabiiy fanlar (fizika va zamonaviy fizik texnologiyalar, kimyo va kimyoviy texnologiyalar, neft-gaz sektorida atrof-muhitni muhofaza qilish va barqaror rivojlanish, biologiya, biotexnologiya va bioinformatika, neft va gaz konlarini qidirish va qatlamlarni tavsiflash), ijtimoiy-gumanitar fanlar (Iqtisodiyot va ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish, pedagogika va zamonaviy ta’lim texnologiyalari, psixologiya va ijtimoiy jarayonlar, falsafa, sotsiologiya va fanlararo tadqiqotlar, filologiya, lingvistika va madaniyatshunoslik) mavzularidagi masalalar qamrab olingan.

To‘plamni nashrga tayyorlovchi tahrir hay’ati tarkibi:

Bozorov O.N.	- tahrir hay’ati raisi, universitet rektori;
Farmonov J.B.	- rais o‘rinbosari, ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektor;
Muminov F.SH.	- a‘zo, yoshlar masalalari va ma’naviy-ma’rifiy ishlar bo‘yicha birinchi prorektor;
Raxmatov E.A.	- a‘zo, o‘quv ishlari bo‘yicha prorektor;
Boltayev Z.B.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi o‘quv ishlari bo‘yicha prorektor;
Kamolov D.P.	- a‘zo, “Tarix va ijtimoiy fanlar” kafedrası professori;
Uzoqov G‘.N.	- a‘zo, QarDTU Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektor;
Bekpulatov I.R.	- a‘zo, QarDU Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektor;
Raximov X.A.	- a‘zo, aniq fanlar sho‘basi raisi;
Tog‘ayeva M.A.	- a‘zo, tabiiy fanlar sho‘basi raisi;
Bozorov J.T.	- a‘zo, muhandislik fanlari sho‘basi raisi;
Yo‘ldoshev J.T.	- a‘zo, gumanitar fanlar sho‘basi raisi;
Rahimov A.N.	- a‘zo, “Iqtisodiyot” kafedrası mudiri;
Eshmatov B.E.	- a‘zo, “Matematika” kafedrası mudiri;
Sunatov J.T.	- a‘zo, “Axborot tizimlari va texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi;
Suropov B.	- a‘zo, “Axborot tizimlari va texnologiyalari” kafedrası mudiri;
Batirov Z.L.	- a‘zo, “Pedagogika va o‘qitish metodikasi” kafedrası mudiri;
Xalilov J.A.	- a‘zo, “Neft va gaz ishi” kafedrası mudiri;
Xazratov A.N.	- a‘zo, “Neft va gaz ishi” kafedrası dotsenti;
Fayziyeva K.A.	- a‘zo, “Fakultetlararo xorijiy tillar” kafedrası mudiri;
Rahmatillayeva Sh.Z.	- a‘zo, “O‘zbek tili va adabiyoti” kafedrası mudiri;
Eshonqulov R.T.	- a‘zo, “Xorijiy tillar” kafedrası mudiri;
Choriyeva Z.T.	- a‘zo, “Maktabgacha ta’lim” kafedrası mudiri;
Xushmanova G.I.	- a‘zo, “Rus tili va adabiyoti” kafedrası mudiri;
Mamatov Z.U.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi “Iqtisodiyot va muhandislik fanlari” kafedrası mudiri;
Usmonov F.N.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi “Psixologiya va ijtimoiy-gumanitar fanlar” kafedrası mudiri;
Turaqulov I.R.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi “Pedagogika” kafedrası mudiri;
Berdiev H.X.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi “O‘zbek va rus tillari” kafedrası mudiri;
Qurbonov U.E.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi “Xorijiy tillar” kafedrası mudiri;
Sharifov Sh.S.	- a‘zo, IPU Samarqand kampusi “Iqtisodiyot va kompyuter injirining” kafedrası mudiri.
Mas’ul muharrir:	t.f.f.d., dots. Farmonov J.B.
Mas’ul kotib	t.f.d., prof. Komolov D.P.
Muharrirlar	p.f.f.d., dots. Raximov X.A., b.f.f.d. dots. Tog‘ayeva M.A., t.f.f.d., dots. Bozorov J.T. t.f.f.d., dots. Bozorov J.T., p.f.f.d., dots. Yo‘ldoshev J.T.

To‘plamga kiritilgan materiallardagi ma’lumotlar to‘g‘riligi uchun mualliflar javobgardirlar.

Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Ilmiy Kengashida muhokama qilingan va chop etishga tavsiya etilgan.

ISBN 978-9910-321-13-9

© Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, 2026 yil.

© «Ilm-fan-ma’naviyat» nashriyoti, 2026 yil.

Assalomu alaykum, hurmatli mehmonlar, aziz professor-o'qituvchilar va olimlar, davlat va ishlab chiqarish sohasi vakillari, qadrlil hamkasblar, talabalar hamda konferensiyada onlayn ishtirok etayotgan mehmonlar!

Iqtisodiyot va pedagogika universitetida o'tkazilayotgan **"Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari"** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumaniga xush kelibsiz.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti bugungi kunda dunyoning 40 ga yaqin yetakchi oliy ta'lim muassasalari va ilmiy-tadqiqot tashkilotlari bilan hamkorlik aloqalarini yo'lga qo'yib, ular bilan o'zaro hamkorlik shartnoma va memorandumlarini imzolagan.

Universitet Malayziya, Hindiston, Qozog'iston, Rossiya, Indoneziya, Turkiya kabi yana bir qancha davlatlarning nufuzli oliy ta'lim muassasalari bilan akademik va ilmiy aloqalarni rivojlantirib kelmoqda.

Shuningdek, Yevropa Ittifoqining "Erasmus+" dasturi doirasida Portugaliya, Ruminiya, Ispaniya, Bolgariya va Italiya kabi davlatlarning oliy ta'lim muassasalari bilan samarali hamkorlik yo'lga qo'yilgan. Mazkur hamkorlik doirasida professor-o'qituvchilar va talabalar almashinuvi, akademik mobillik, tajriba almashish hamda ilmiy tashabbuslarni amalga oshirish imkoniyatlari kengayib bormoqda.

G'urur va quvonch bilan ta'kidlash joizki, 2022–2026-yillar davomida universitetimizning 117 nafar professor-o'qituvchilar xalqaro tajriba orttirib, malaka oshirib kelishdi. Xususan, Turkiyaning Karabuk universitetida 102 nafar, Rossiyaning Qozon federal universitetida 15 nafar professor-o'qituvchimiz malaka oshirdi hamda 3 nafar talabamiz yozgi maktabda qatnashdi. Shuningdek, Vengriyaning Debresen universitetida 2 nafar o'qituvchimiz ilmiy stajirovka o'tab qaytdi. Yevropa Ittifoqining Erasmus+ dasturi doirasida Portugaliyaning Tomar politexnika institutida 2 nafar talabalarimiz ta'limni tamomladi, yana 2 nafari 1 semestr davomida tahsil olmoqda va 1 nafar o'qituvchimiz mobillik dasturida qatnashib keldi. Ispaniyaning Leon universitetida yesa 1 nafar talabamiz o'qib kelgan bo'lsa, 3 nafar professor-o'qituvchimiz kadrlar mobilligini amalga oshirdi. Ruminiyaning Luchian Blaga (Sibiu) va Piteshti universitetlarida esa jami 6 nafar o'qituvchimiz Erasmus+ doirasida xodimlar mobilligi bo'yicha xalqaro tajriba orttirib qaytdilar.

Yerishilgan natijalar bilan cheklanib qolmay, 2026–2027-o'quv yilida ham talabalar va o'qituvchilar almashinuvini davom ettirish rejalashtirilgan. Turkiya, Rossiya va boshqa xorijiy davlatlarning nufuzli oliygohlari bilan hamkorlikda xalqaro malaka oshirish kurslari, stajirovka hamda akademik mobillik dasturlarini yanada kengaytirish ustida tizimli ishlar olib borilmoqda.

Jadal rivojlanayotgan bugungi kunda ilm-fan va innovatsiyalar jamiyat taraqqiyotining muhim harakatlantiruvchi kuchiga aylanib bormoqda. Raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, zamonaviy ta'lim yondashuvlari, iqtisodiy jarayonlarning transformatsiyasi va ishlab chiqarishdagi innovatsiyalar hayotimizning barcha jabhalariga tobora chuqur kirib kelmoqda. Bunday sharoitda ilmiy izlanishlarni amaliyot bilan uyg'unlashtirish, yangi g'oyalarni qo'llab-quvvatlash va xalqaro ilmiy hamkorlikni kengaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi anjuman ham aynan shu ezgu maqsadga xizmat qiladi. Unda turli soha vakillarining ilmiy qarashlari, tajribasi va ilg'or ishlanmalari o'zaro uyg'unlashib, yangi ilmiy g'oyalar va amaliy yechimlar uchun mustahkam zamin yaratishiga ishonamiz.

Hurmatli anjuman qatnashchilari!

Ayni vaqtda insoniyat oldida turgan muammolar bir-biridan alohida emas. Iqlim o'zgarishi, energetik xavfsizlik, oziq-ovqat xavfsizligi, suv resurslaridan oqilona foydalanish, raqamli transformatsiya, innovatsion iqtisodiyot, sun'iy intellektning jadal rivojlanishi, kiberxavfsizlik, yangi avlod ta'lim texnologiyalari, iqtisodiy tenglik va demografik jarayonlar, bularning barchasi o'zaro chambarchas bog'liq. Shuning uchun ham bugungi ilm-fan fanlar chegarasidan chiqib, fanlararo hamkorlik sari intilmoqda.

Menimcha, zamonaviy ilm-fanning eng katta kuchi ham aynan shunda: matematik tafakkur iqtisodiyotga, sun'iy intellekt barcha sohalarga, biologiya axborot texnologiyalariga, muhandislik ekologiyaga, psixologiya esa ta'lim va ijtimoiy jarayonlarga ulanmoqda. Demak, bizga bugun alohida fanlar emas, balki muammoni kompleks ko'ra oladigan ilmiy tafakkur kerak.

Kelajakdagi universitetning vazifasi faqat talabaga tayyor bilim berishdan iborat bo'lmaydi. Universitet insonni mustaqil fikrlashga, savol berishga, muammoni aniqlashga, ilmiy izlanishga va yangi yechim yaratishga o'rgatishi kerak. Chunki kelajakda insonni texnologiyadan ajratib turadigan eng katta kuch uning tanqidiy fikrlashi, ijodkorligi, axloqiy mas'uliyati va insoniy qadriyatlari bo'ladi.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti uchun ushbu masala ayniqsa muhim. Chunki faoliyatimiz markazida ikki muhim tushuncha: iqtisodiyot va ta'lim turadi. Bizning asosiy vazifamiz zamonaviy bilim va texnologiyalarni ta'lim jarayoniga samarali tatbiq etish, mehnat bozori talablariga javob beradigan, innovatsion fikrlaydigan va amaliy ko'nikmalarga ega mutaxassislarni tayyorlashdan iborat.

Hurmatli anjuman ishtirokchilari!

Universitetimiz hamkorlik qilayotgan ishlab chiqarish korxonalari, zavodlar va tashkilotlar bilan ilmiy-amaliy aloqalarni yanada kuchaytirish, ta'lim, ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasini ta'minlashni ustuvor vazifalarimizdan biri sifatida belgilagan. Kelgusida hamkor korxonalar bilan birgalikda qo'shma ilmiy loyihalarni amalga oshirish, talaba va tadqiqotchilar uchun amaliy tadqiqot maydonlarini kengaytirish, zamonaviy texnologiyalar asosida innovatsion ishlanmalarni yaratish hamda ularni ishlab chiqarishga joriy etishga alohida e'tibor qaratamiz.

Ishonamizki, bugungi anjuman doirasidagi ilmiy muloqotlar yangi ilmiy loyihalar, samarali hamkorliklar va amaliy natijalarga asos bo'ladi.

Shu ezgu niyatlar bilan "Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari" xalqaro ilmiy-amaliy anjumanini ochiq deb e'lon qilaman.

Barchangizga mustahkam sog'lik, ilmiy faoliyatingizda ulkan muvaffaqiyatlar, yangi ilmiy kashfiyotlar va samarali hamkorliklar tilayman!

E'tiboringiz uchun rahmat!

Rektor

O.N.Bozorov

FIZIKA VA ZAMONAVIY FIZIK TEXNOLOGIYALAR

QUYOSH BATAREYALARI: FIZIK-KIMYOVIY TAMOIYILLAR, BO'YOQ BILAN FAOLLASHTIRILGAN FOTOELEKTR TIZIMLAR (DSSC) VA ULARNING ZAMONAVIY TADQIQOTLARDAGI TAHLILIIY QIYOSLAMASI

**Haqnazarova Muqaddam Berdimurot qizi¹, Adizov Bobirjon Zamirovich¹,
Tojiboyeva Nazokat Muminjon qizi²**

¹ Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent, O'zbekiston

²Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

e-mail: haqnazarova@hotmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi quyosh energiyasini elektr energiyasiga bevosita aylantiruvchi bo'yoq bilan faollashtirilgan quyosh elementlari (Dye-Sensitized Solar Cells — DSSC) va ularning fizik-kimyoviy asoslari tadqiq qilingan. Ishning nazariy qismida termodinamikaning asosiy qonunlari, Gibbs energiyasi va kimyoviy potensial, fotokimyoning Grotthuss-Draper hamda Eynshteyn-Shtark qonunlari, fotosensibilizatsiya hodisasi va elektrokimyoviy galvanik jarayonlar tahlil qilingan.

Amaliy-tahliliy qismida esa so'nggi ilmiy tadqiqotlar asosida DSSC tizimining uchta muhim tarkibiy qismi — fotoanod, bo'yoq sensibilizatori va qarshi elektrod (Counter Electrode) qiyoslangan. Tojibarg va o'simlik ekstraktlaridan (antotsianin, xlorofill) olingan ekologik toza va arzon tabiiy bo'yoqlarning imkoniyatlari sintetik rutelli komplekslari bilan solishtirilgan. Shuningdek, an'anaviy qimmatbaho platinaning o'rnini bosuvchi Nikel va Fosfor bilan birgalikda dopirlangan volfram disulfidi hamda ko'p devorli uglerod nanotubkalari (Ni, P – co – doped WS₂/MWCNT) gibrid nanomateriallarining elektrokatalitik samaradorligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Quyosh batareyalari, DSSC, fotokimyoviy, fotosensibilizatsiya, kvant unumi, tabiiy bo'yoqlar, WS₂/MWCNT, qarshi elektrod, Gibbs energiyasi.

Аннотация. В данном тезисе исследованы светочувствительные солнечные элементы (Dye-Sensitized Solar Cells - DSSC), непосредственно преобразующие солнечную энергию в электрическую, и их физико-химические основы. В теоретической части работы анализируются основные законы термодинамики, энергия Гиббса и химический потенциал, законы фотохимии Гроттуса-Драпера и Эйнштейна-Штарка, явление фотосенсибилизации и электрохимические гальванические процессы.

В практико-аналитической части на основе последних научных исследований сравниваются три важных компонента системы DSSC - фотоанод, sensibilizator краски

и противозлектрод (Counter Electrode). Сопоставлены возможности экологически чистых и недорогих натуральных красителей, полученных из экстрактов венчика и растений (антоцианина, хлорофилла) с синтетическими комплексами рутения. Также обоснована электрокаталитическая эффективность гибридных наноматериалов дисульфида вольфрама, допированного совместно с никелем и фосфором, а также многостенных углеродных нанотрубок (Ni, P – co – doped WS₂/MWCNT), заменяющих традиционную драгоценную платину.

Ключевые слова: Солнечные батареи, DSSC, фотохимия, фотосенсибилизация, квантовый выход, природные красители, WS₂/MWCNT, контрэлектрод, энергия Гиббса.

Abstract. This thesis investigates dye-sensitized solar cells (DSSC), which directly convert solar energy into electrical energy, and their physicochemical foundations. The theoretical part of the work analyzes the fundamental laws of thermodynamics, Gibbs energy and chemical potential, the Grotthuss-Draper and Einstein-Stark laws of photochemistry, the phenomenon of photosensitization, and electrochemical galvanic processes.

In the practical-analytical section, based on recent scientific research, three important components of the DSSC system are compared: the photoanode, the paint sensitizer, and the counter electrode. The possibilities of environmentally friendly and inexpensive natural dyes obtained from corolla and plant extracts (anthocyanin, chlorophyll) were compared with the capabilities of synthetic ruthenium complexes. Additionally, the electrocatalytic efficiency of doped tungsten disulfide and multi-walled carbon nanotubes (Ni, P-co-doped WS₂/MWCNT) hybrid nanomaterials, combined with nickel and phosphorus to replace traditional precious platinum, has been substantiated.

Keywords: Solar batteries, DSSC, photochemistry, photosensitization, quantum yield, natural dyes, WS₂/MWCNT, counter electrode, Gibbs energy.

KIRISH

Insoniyatning barqaror rivojlanishi va energiyaga bo'lgan ortib borayotgan ehtiyojini qondirishda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish dolzarb masalalardan biridir. Quyosh energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirib beruvchi quyosh batareyalari (Fotoelektr elementlar) fundamental fizik-kimyoviy va elektrokimyoviy qonuniyatlarga tayanadi. Kimyoviy termodinamika va kinetikaning asosiy farazlariga ko'ra, har qanday modda molekulasida ichki energiya zaxirasi mavjud bo'lib, kimyoviy jarayonlar natijasida ushbu energiya issiqlik, mexanik ish yoki elektr energiyasi ko'rinishiga aylanishi mumkin. Fizikaviy kimyoda ta'kidlanganidek, fotoelektrik hamda elektrokimyoviy tizimlarda energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga ekvivalent miqdorda o'tish qonunlari qat'iy amal qiladi.

Fotoelektr jarayonlarning o'zagida fotokimyoviy reaksiyalar — ya'ni yorug'lik nuri (fotonlar) ta'sirida sodir bo'ladigan va tezlashadigan jarayonlar yotadi. Grotthuss-Draper qonuniga binoan, tizimda fotokimyoviy o'zgarish sodir bo'lishi uchun yorug'lik nuri modda tomonidan yutilishi va uning har bir molekulasida $h\nu$ energiyaga ega bo'lgan fotonni qabul qilishi lozim. Eynshteyn-Shtark tenglik qonuni esa yutilgan har bir kvant nur muayyan miqdordagi molekulalarning faollashuviga olib kelishini va foton yutilishi kvant unumi bilan xarakterlanishini ko'rsatadi. Biroq, ko'pgina yarimo'tkazgich va materiallar quyosh spektrining ko'rinuvchi sohasidagi nurlarni yetarli darajada

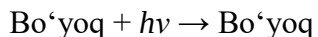
mustaqil yuta olmaydi. Bunday hollarda fotosensibilizatsiya (fotosirt-sezgirlashtirish) hodisasi muhim rol o'ynaydi: nur energiyasini bevosita yutmaydigan yarimo'tkazgich matritsasiga yorug'likni samarali yutuvchi va energiyani, elektronni uzatuvchi sensibilizator (masalan, organik yoki tabiiy bo'yoq modda) biriktiriladi. Faollashtiruvchi bo'yoq molekulasini fotonni yutib, betartib holatga o'tadi va elektronni yarimo'tkazgichning o'tkazuvchanlik zonasiga uzatadi. Bu jarayon elektrokimyoviy qutblanish, elektrod potentsiallari va ionlar ko'chishi bilan uzviy bog'langan bo'lib, galvanik zanjir kabi elektr tokini vujudga keltiradi [1].

BO'YOQ BILAN FAOLLASHTIRILGAN QUYOSH FOTOELEMENTLARI (DSSC)NING TUZILISHI VA ISHLASH MEXANIZMI

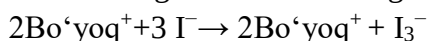
Bo'yoq bilan faollashtirilgan quyosh fotoelementlari (*Dye-Sensitized Solar Cells — DSSC*) an'anaviy kremniyli fotoelektr elementlarga nisbatan arzonligi, tayyorlanish jarayonining soddaligi va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi. DSSC texnologiyasining bazaviy platformasi 1991-yilda O'regan va Gratzel tomonidan taklif etilgan bo'lib, u uchta asosiy tarkibiy qismdan iborat:

1. Fotoanod: Shaffof o'tkazuvchan oyna (FTO/ITO) sirtiga o'stirilgan nanoshtrukturali titanium dioksid (TiO_2) yoki boshqa keng taqiqlangan zonali yarimo'tkazgich parda hamda unga adsorbsiyalangan sezgirlashtiruvchi bo'yoq qatlami.
2. Elektrolit: Elektrodlar orasida qaytarilish-oksidlanish (redoks) juftligini (odatda I^-/I_3^- yoki kobalt komplekslari) ta'minlovchi suyuq, gel yoki qattiq holatdagi muhit.
3. Qarshi elektrod (Counter Electrode — CE): Redoks juftligini qayta tiklash uchun elektronlarni tashqi zanjirdan elektrolitga o'tkazib beruvchi va yuqori katalitik faollikka ega bo'lgan qatlam.[2,4]

Quyosh nuri fotoanodga tushganda, bo'yoq molekulasini fotonlarni yutadi va quyidagi fotokimyoviy hamda elektrokimyoviy bosqichlar sodir bo'ladi:

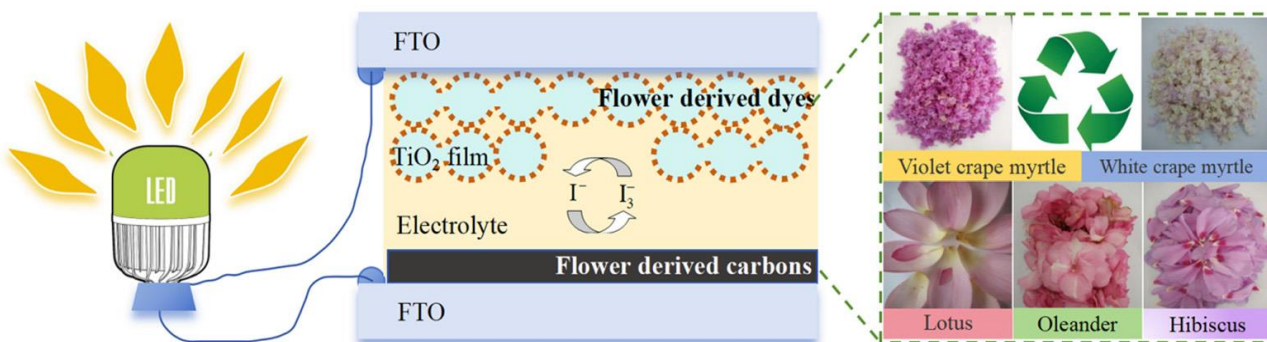


Faol holatdagi bo'yoqdan uzatilgan elektron TiO_2 nanostrukturasi bo'ylab harakatlanib, shaffof elektrod orqali tashqi zanjirga o'tadi va foydali elektr ishini bajaradi. Oksidlanganga aylangan bo'yoq molekulasini (Bo'yoq^+) esa elektrolitdagi I^- ionlari hisobiga qayta tiklanadi:



Hosil bo'lgan I_3^- ionlari qarshi elektrodga diffuziyalanib, u yerda katalitik qaytarilish reaksiyasiga uchraydi: $\text{I}_3^- + 2e^- (\text{qarshi elektrod}) \rightarrow 3\text{I}^-$

Bu siklik jarayon uzluksiz ravishda quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Tizim samaradorligi va barqarorligi fotosensibilizator xossalriga, yarimo'tkazgichning sirt maydoniga va qarshi elektrodning elektrokatalitik faolligiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir.[2]



1 – rasm. Tabiiy antotsianli bo‘yoqlar va qayta tiklanadigan gullardan olingan tabiiy uglerodli hisoblagich elektrodlardan iborat DSSK sxemasi.

UCHTA ILMIY MANBA ASOSIDA FOTOELEKTR MATERIALIARNING TAHLILIIY QIYOSLAMASI

Ushbu bo‘limda uchta zamonaviy ilmiy tadqiqot manbalari asosida DSSC texnologiyasining uchta muhim yo‘nalishi — bo‘yoq sensibilizatorlari, qarshi elektrodlar va umumiy barqarorlik ko‘rsatkichlari tahliliy va qiyosiy ko‘rib chiqiladi [2-4].

1-jadval. DSSC tizimlarining asosiy tarkibiy qismlari qiyoslamasi.

Tizim parametri	Tabiiy (O‘simlik/Gullardan olingan) Tizim	Sintetik va Nanostrukturali Uglerod Tizim
Sensibilizator (Bo‘yoq)	Antotsianin, xlorofill, karotinoid	Rutelliy komplekslari (N719), porfirin
Ishlab chiqarish narxi	Juda arzon, ekologik toza	Yuqori sintetik xarajat
Qarshi elektrod (CE)	Standart platina (Pt) yoki o‘simlik kuli	WS ₂ /MWCNT nanostrukturalari
Fotoelektr samaradorlik η	Past-o‘rta 1% - 4%	Yuqori 8% - 14%
Tok zichligi J_{sc}	Cheklangan 2 - 8 mA/cm ²	Yuqori 15 - 22 mA/cm ²
Tizim barqarorligi	O‘rtacha (fotodegradatsiyaga moyil)	Yuqori termik va fotokimyoviy

I. Faollashtiruvchi bo‘yoqlar: Tabiiy gultojibarg ekstraktlari va sintetik sensibilizatorlar qiyoslanishi fotoanodga adsorbsiyalanuvchi sezgirlashtiruvchi bo‘yoqlar fotonlarni yutish spektri va elektron inyeksiya tezligini belgilaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sensibilizatorlarni ikkita katta guruhga bo‘lish mumkin:

1. Sintetik metall – organik bo‘yoqlar komplekslar (Rutiniy va porfirin birikmalari): N719, N3 kabi rutelliy asosli bo‘yoqlar hamda porfirin hosilalari keng yutilish spektriga va yuqori Fotoelektr samaradorlikka $\eta > 10-13\%$ ega. Biroq, rutelliy og‘ir va nodir metall bo‘lib, uning sintezi murakkab, narxi yuqori va atrof-muhit uchun muayyan toksiklikka ega.
2. Tabiiy bo‘yoqlar (O‘simlik va gullardan olingan ekstraktlar): Gullarning tojibarglari, mevalar va barglardan ajratib olinadigan antotsianin, xlorofill, betalain hamda karotinoid pigmentlari ekologik mutlaqo xavfsiz, biologik parchalanuvchi va o‘ta arzon hisoblanadi.

Gullar va o‘simlik pigmentlarining molekulyar tuzilishidagi gidroksil – OH va karboksil – COOH guruhlari TiO₂ nanostrukturasi sirtidagi titan ionlari bilan kuchli xelat komplekslari hosil qilib birikadi. Bu esa elektronlarning bo‘yoq molekulasidan yarimo‘tkazgich o‘tkazuvchanlik zonasiga tezkor uzatilishini ta‘minlaydi. Biroq, tabiiy bo‘yoqlarning asosiy kamchiligi ularning ko‘rinuvchi spektrik sohasining torligi, fotodegradatsiyaga moyilligi va natijada nisbatan pastroq Fotoelektr samaradorlik (1-4%) berishidir.

II. Qarshi elektrodlar (Counter Electrode) va nanostrukturali uglerod materiallari WS₂/MWCNT DSSC texnologiyasini tijoratlashtirishdagi eng katta muammolardan biri qarshi elektrodga an'anaviy ravishda qo'llaniladigan qimmatbaho platina (Pt) metallidir. Maqolalarda ta'kidlanishicha, Platinani arzon, zaxirasi ko'p va yuqori elektrokatalitik faollikka ega muqobil materiallar bilan almashtirish bo'yicha keng ko'lamli izlanishlar olib borilmoqda.

Huzhou kolleji va Xinyu universiteti tadqiqotchilari (*Energy Advances*, 2025) tomonidan taqdim etilgan ishda "Ikki karra uglerod maqsadlari" (*Dual carbon goals*) va qayta tiklanuvchi energiya innovatsiyalari doirasida gibrid nanomateriallar taklif etilgan. Maqolada ko'p devorli uglerod nanotubkalari (MWCNTs) sirtida modifikatsiyalangan, Nikel (Ni) va Fosfor (P) bilan birgalikda dopirlangan volfram disulfidi WS₂ nanoshetlari (Ni, P – co – doped WS₂/MWCNT) DSSC uchun yuqori samarali qarshi elektrod sifatida tahlil qilingan. Ushbu gibrid qarshi elektrodning afzalliklari va mexanizmi quyidagicha qiyoslanadi:

- Sirt maydoni va elektr o'tkazuvchanlik: Ko'p devorli uglerod nanotubkalari (MWCNT) yuqori solishtirma sirt maydoni ega 1D elektron o'tkazuvchanlikni ta'minlaydi.
- Elektrokatalitik sinergiya: Volfram disulfidi WS₂ nanoshetlariga Ni va P ionlarining kiritilishi (co-doping) materialning elektron tuzilishini maqbullashtiradi, aktiv katalitik markazlar sonini ko'paytiradi va I₃⁻ reagensining qaytarilish reaksiyasi uchun aktivlanish energiyasini keskin kamaytiradi.
- Platina bilan solishtirma faollik: Ushbu kompozit elektrod an'anaviy platina (Pt) elektrodiga tenglashuvchi va ba'zi hollarda undan yuqori bo'lgan elektrokatalitik faollik hamda past zaryad uzatish qarshiligini R_{ct} namoyon etadi.

III. Samaradorlik, barqarorlik va ekologik afzalliklar qiyoslanishi uchta maqola ma'lumotlarini o'zaro solishtirganda Fotoelektr tizimlarning evolyutsiyasi quyidagi asosiy yo'nalishlarda kechayotganligi ko'rinadi [2-3]:

1. Fotoelektr ko'rsatkichlar: Sintetik va gibrid perovskit/kremniy hamda ilg'or porfirin DSSC tizimlari 12-15 % gacha samaradorlik ko'rsatadi. Gullardan va tabiiy manbalardan olingan bo'yoqlar va uglerod asosli qarshi elektrodli DSSC tizimlari esa 4-7 % samaradorlik doirasida bo'lsa-da, ularning energiya qaytarish muddati va ishlab chiqarish tannarxi ancha past.
2. Ekologik va iqtisodiy omillar: Tabiiy gultojibarg ekstraktlarining ishlatilishi toksik chiqindilarni nolga tushiradi. Platinani Ni, P-dopirlangan WS₂/MWCNT kabi nanostrukturali o'tish metallari disulfidlari va uglerod materiallari bilan almashtirish Fotoelektr panelning umumiy tannarxini 30-40% ga arzonlashtirish imkonini beradi.
3. Uzoq muddatli barqarorlik: Suyuq elektrolitli DSSC tizimlarida erituvchining bug'lanishi va bo'yoqning elektrolitda erib ketishi muammosi mavjud. So'nggi tadqiqotlarda taqdim etilgan polimer gel-elektrolitlar va qattiq gomogen o'tkazgichlar suv va havo namligiga nisbatan yuqori barqarorlikni ta'minlamoqda.

XULOSA

Olingan ilmiy va tahliliy natijalar shuni ko'rsatadiki, bo'yoq bilan faollashtirilgan quyosh elementlari (DSSC) zamonaviy muqobil energetikaning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Har bir modda molekulasida ichki energiya zaxirasi mavjud bo'lib, elektrokimyoviy va fotokimyoviy reaksiyalar natijasida ushbu energiya elektr zanjiri bo'ylab elektronlar harakati (elektr ishi)

ko‘rinishida ajralib chiqishi mumkin. Zamonaviy uchta ilmiy manbaning qiyosiy tahlilidan kelib chiqqan holda quyidagi asosiy xulosalarni shakllantirish mumkin:

1. Faollashtiruvchi bo‘yoqlar (Sensibilizatorlar):

- Tabiiy bo‘yoqlar (Gullar va barglar): Gullardan olingan antotsianin va o‘simlik barglaridan olingan xlorofill pigmentlari. Ularning afzalligi — o‘ta arzonligi va ekologik xavfsizligi, kamchiligi esa fotovoltaik samaradorligining nisbatan pastligidir ($\eta = 0.17\% - 1.39\%$).
- Sintetik bo‘yoqlar (N719 / Rutelli komplekslari): Keng yutilish spektri va yuqori samaradorlik ($\eta > 6 - 12\%$) beradi, lekin rutelli nodir metall bo‘lgani uchun qimmat va sintezi murakkab.

2. Qarshi elektrodlar:

- An‘anaviy Platina (Pt): Yuqori katalitik faollikka ega, lekin o‘ta qimmat va korroziyaga moyil.
- Platinasiz arzon muqobillar: a) O‘simlik/gultojibarg kuli uglerodi (BCM): Gullardan olingan N,S-dopirlangan g‘ovak uglerod karkasi Platina o‘rnini bosuvchi arzon elektrod sifatida o‘rganilgan ($\eta=1.08\%-2.13\%$). b) Metall organik karkas (CuBHT MOF): Toza holatdagi o‘tkazgich CuBHT MOF plyonkasi test qilinganda, u hatto Platinadan ham yuqori samaradorlik (6.27% vs $Pt\ 5.99\%$) va past zaryad uzatish qarshiligini namoyon etgan.

3. Fotoanod modifikatsiyasi: Oddiy TiO_2 fotoanodi va unga kumush bilan modifikatsiyalangan qaytarilgan grafen oksid (Ag-rGO/ TiO_2) qo‘shilgan holati solishtirilgan. 0.1% wt miqdorda Ag-rGO kiritilishi elektronlar inyeksiyasini va samaradorlikni 1.39% ga oshirgan (soflikdagi TiO_2 dagi 0.18% ga nisbatan).

Mazkur tahlildan tushunish mumkinki, qimmatbaho Platina va Rutelli metallaridan voz kechib, ularning o‘rniga gullardan olingan tabiiy bo‘yoqlar, uglerod nanomateriallari hamda CuBHT MOF kabi arzon va samarali. Shu bilan birga ekologik xavfsiz va tijoratbop quyosh batareyalarini yaratish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Nurillayev Sh.P. Fizikaviy kimyo. Toshkent, 2016. 385 b. 235 – 242.
- [2]. Shunjian Xu, Ping Huang. Renewable flower-based dye-sensitized solar cells using natural dye and natural carbon counter electrode // Royal society of chemistry — 2025. №4. — P. 247–257.
- [3]. Selvi, M.S.G., Vijayaraghavan, G.V., Janarthanan, B. et al. Incorporation of Ag decorated rGO ON TiO_2 /dye photoanode for dye-sensitized solar cell applications. J Chem Sci 136, 10 (2024). <https://doi.org/10.1007/s12039-023-02248-0>
- [4]. Aisha Gogia, Navdeep Kaur, Pristine conductive metal–organic framework film as a cost-effective counter electrode for dyesensitized solar cells // Royal society of chemistry — 2026. №3. — P. 420–430.

TABIIY FANLAR YO'NALISHI TALABALARIGA FIZIKA O'QITISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASH MUAMMOSI VA UNI HAL ETISH YO'LLARI

Farmonov O'.M.

Jizzax davlat pedagogika universiteti, Jizzax 130100, O'zbekiston

e-mail: farmonov-81@mail.ru

Annotatsiya: Maqolada tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash muammosi ko'rib chiqilgan. Texnologiyalar didaktik vazifasi, ta'lim jarayonidagi o'rni va qo'llash shakliga ko'ra tasniflanib, raqamli, interfaol, modellashtirish-simulyatsiya hamda fanlararo integratsiya guruhlariga ajratilgan. Fizikani kimyo va biologiya bilan integratsiyalashgan holda o'qitishda ushbu texnologiyalarning didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan hamda “maqsad-mazmun-metod-vosita-natija” zanjiriga asoslangan konseptual yondashuv taklif etilgan.

Kalit so'zlar: innovatsion texnologiyalar, fizika o'qitish, raqamli texnologiyalar, interfaol o'qitish, fanlararo integratsiya.

Abstract: The article examines the problem of applying innovative technologies in teaching physics to students majoring in natural sciences. The technologies are classified according to their didactic function, role in the educational process and forms of application, and are divided into digital, interactive, modeling/simulation and interdisciplinary integration groups. The didactic potential of these technologies in teaching physics in conjunction with chemistry and biology is analyzed, and a conceptual approach based on the “goal-content-method-tool-result” chain is proposed.

Keywords: innovative technologies, teaching physics, digital technologies, interactive learning, interdisciplinary integration.

Аннотация: В статье рассматривается проблема применения инновационных технологий при обучении физике студентов направления «Естественные науки». Технологии классифицированы по их дидактическому назначению, месту в образовательном процессе и формам применения и разделены на группы цифровых, интерактивных, моделирующих и симуляционных технологий, а также технологий междисциплинарной интеграции. Проанализированы дидактические возможности данных технологий при интегрированном обучении физике, химии и биологии, а также предложен концептуальный подход, основанный на цепочке «цель–содержание–метод–средство–результат».

Ключевые слова: инновационные технологии, обучение физике, цифровые технологии, интерактивное обучение, междисциплинарная интеграция.

KIRISH

Zamonaviy pedagogika fanida innovatsion texnologiyalar tushunchasi turli yondashuvlar asosida talqin qilinadi. Ushbu tushunchaning mazmunini aniqlash va uni tizimlashtirish tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishni innovatsion texnologiyalar asosida takomillashtirish uchun

muhim ilmiy-pedagogik asos bo'lib xizmat qiladi [2]. Innovatsion texnologiyalarni tasniflash ta'lim jarayonida ularni maqsadli va samarali qo'llash imkonini beradi [3].

Pedagogik adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, innovatsion texnologiyalar ko'pincha ularning **didaktik vazifalari, ta'lim jarayonidagi o'rni va qo'llash shakllariga** ko'ra tasniflanadi. Didaktik vazifalar nuqtayi nazaridan innovatsion texnologiyalar bilimlarni o'zlashtirish, mustahkamlash, nazorat qilish va baholash jarayonlarini samarali tashkil etishga xizmat qiladi [3]. Bu holat tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishda murakkab tushunchalarni bosqichma-bosqich egallash imkonini yaratadi [10].

Ta'lim jarayonidagi o'rniga ko'ra innovatsion texnologiyalar o'qitishni tashkil etuvchi, o'quv faoliyatini faollashtiruvchi va ta'lim natijalarini baholovchi texnologiyalar guruhiga ajratiladi. O'qitishni tashkil etuvchi texnologiyalar o'quv jarayonining strukturasi belgilasa, o'quv faoliyatini faollashtiruvchi texnologiyalar talabalarning mustaqil va ijodiy faoliyatini rivojlantirishga yo'naltiriladi. Baholovchi texnologiyalar esa ta'lim natijalarini monitoring qilish va tahlil etishga xizmat qiladi.

Zamonaviy yondashuvlarga ko'ra innovatsion texnologiyalarni raqamli texnologiyalar, interfaol o'qitish texnologiyalari, modellashtirish va simulyatsiyaga asoslangan texnologiyalar hamda fanlararo integratsiyani ta'minlovchi texnologiyalar guruhlariga ajratish mumkin. Ushbu tasnif tabiiy fanlar ta'limining xususiyatlari va fizika fanining fanlararo ahamiyatini hisobga olgan holda shakllantirilgan [5].

MATERIALLAR VA USULLAR

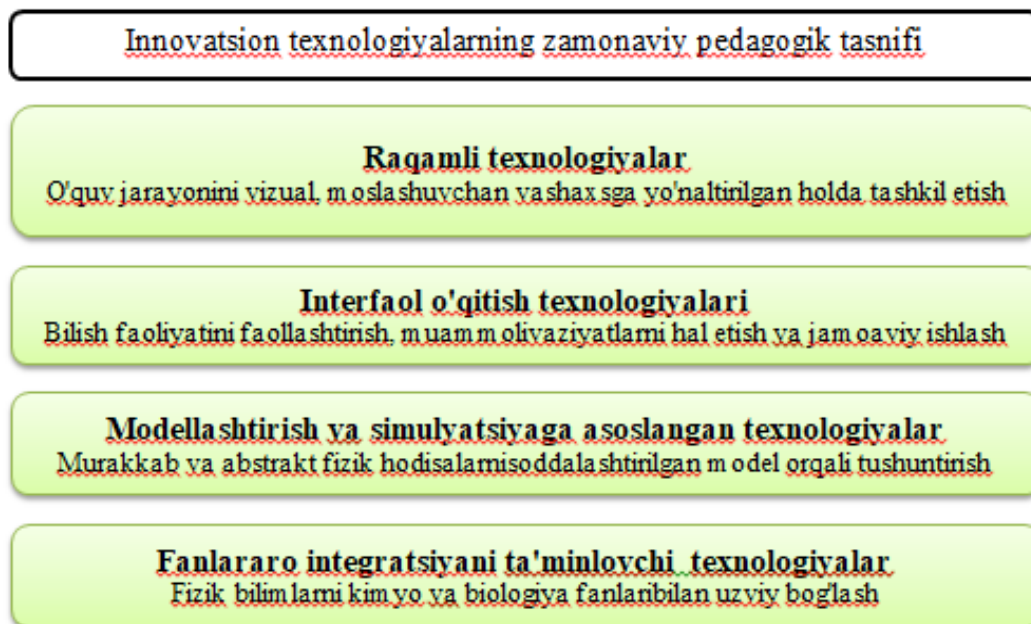
Raqamli texnologiyalar o'quv jarayonini vizual, moslashuvchan va shaxsga yo'naltirilgan holda tashkil etish imkonini beradi. Interfaol o'qitish texnologiyalari talabalarning bilish faoliyatini faollashtirish, muammoli vaziyatlarni hal etish va jamoaviy ishlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Modellashtirish va simulyatsiyaga asoslangan texnologiyalar esa murakkab va abstrakt fizik hodisalarni soddalashtirilgan model orqali tushuntirish imkonini yaratadi. Fanlararo integratsiyani ta'minlovchi texnologiyalar fizik bilimlarni kimyo va biologiya fanlari bilan uzviy bog'lash orqali talabalarda tizimli ilmiy tafakkurni shakllantiradi [1].

Mazkur yondashuv doirasida, innovatsion texnologiyalarni zamonaviy pedagogik tasniflar asosida tizimlashtirish tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitish jarayonini ilmiy asoslangan holda rejalashtirish va amalga oshirish imkonini beradi. Mazkur tasnif keyingi bo'limlarda innovatsion texnologiyalarni tabiiy fanlar ta'limi kontekstida chuqurroq tahlil qilish va ularni metodik jihatdan asoslash uchun nazariy tayanch bo'lib xizmat qiladi. Ushbu tasnif 1-rasmda sxematik tarzda aks ettirilgan.

Tabiiy fanlar ta'limida innovatsion texnologiyalarni qo'llash masalasi kimyo va biologiya yo'nalishi talabalarining bilish xususiyatlari, o'quv mazmunining murakkabligi hamda fanlararo integratsiya zarurati bilan belgilanadi. Fizika fanini ushbu yo'nalishlar bilan uyg'un holda o'qitishda innovatsion texnologiyalar talabalarning nazariy bilimlarni amaliy va fanlararo kontekstda o'zlashtirishga xizmat qiluvchi muhim pedagogik vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Tabiiy fanlar ta'limida keng qo'llaniladigan innovatsion texnologiyalardan biri raqamli ta'lim texnologiyalari hisoblanadi. Raqamli texnologiyalar yordamida fizik hodisalar va jarayonlar vizual shaklda, dinamik va interfaol tarzda namoyish etiladi [10]. Bu holat kimyo va biologiya yo'nalishi talabalariga murakkab fizik jarayonlarni molekulyar va hujayra darajasidagi hodisalar bilan bog'liq

holda tushunish imkonini beradi. Raqamli texnologiyalar o'quv jarayonini moslashuvchan tashkil etish, talabalarning individual o'zlashtirish darajasini hisobga olish va ta'lim jarayonini shaxsga yo'naltirilgan holda olib borishga xizmat qiladi [6].



1-rasm. Innovatsion texnologiyalarning zamonaviy pedagogik tasnifi.

Interfaol o'qitish texnologiyalari tabiiy fanlar ta'limida talabalarning bilish faoliyatini faollashtirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu texnologiyalar muammoli ta'lim, munozara, guruhli ish, loyiha faoliyati kabi shakllar orqali amalga oshiriladi [8]. Fizika fanini kimyo va biologiya bilan integratsiyalashgan holda o'qitishda interfaol texnologiyalar talabalarni faol muhokama va tahlil jarayoniga jalb etib, fanlararo muammolarni birgalikda hal etish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Tabiiy fanlar ta'limida modellashtirish va simulyatsiyaga asoslangan texnologiyalar alohida ahamiyat kasb etadi. Mazkur texnologiyalar yordamida talabalar bevosita kuzatib bo'lmaydigan yoki murakkab tajribalar talab etadigan fizik jarayonlarni soddalashtirilgan model asosida o'rganish imkoniga ega bo'ladilar [11]. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi, biologik tizimlarda energiya almashinuvi, ionlarning harakati kabi jarayonlarni fizik modellar orqali tushuntirish fanlararo bilimlarning chuqurroq o'zlashtirilishiga xizmat qiladi.

Shuningdek, fanlararo integratsiyaga yo'naltirilgan pedagogik texnologiyalar tabiiy fanlar ta'limida muhim o'rin tutadi. Ushbu texnologiyalar fizika, kimyo va biologiya fanlari o'rtasidagi mantiqiy bog'liqlikni o'quv jarayonida aks ettirishga qaratilgan bo'lib, talabalarda tizimli ilmiy tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi. Fanlararo integratsiya asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar talabalarning o'zlashtirilgan bilimlarni turli fanlar doirasida qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Demak, tabiiy fanlar ta'limida qo'llaniladigan innovatsion texnologiyalar turlarini kimyo va biologiya kontekstida tizimli ravishda qo'llash fizika fanini o'qitish samaradorligini oshiradi. Mazkur texnologiyalar talabalarning fanlararo bilimlarni chuqur o'zlashtirishiga, mustaqil va tanqidiy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishiga hamda keyingi bosqichda kasbiy faoliyatga tayyorlanishiga zamin yaratadi. Ushbu jihatlar keyingi bo'limda raqamli va interfaol vositalarning didaktik imkoniyatlarini yanada batafsil tahlil qilish zaruratini belgilaydi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Zamonaviy ta'lim muhitida raqamli va interfaol vositalar tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika fanini o'qitish samaradorligini oshirishda muhim didaktik imkoniyatlarga ega. Ushbu vositalar ta'lim jarayonini vizual, dinamik va talabaning faol ishtirokiga asoslangan holda tashkil etish imkonini berib, murakkab fizik hodisalarni fanlararo kontekstda tushunishni yengillashtiradi. Ayniqsa, kimyo va biologiya yo'nalishi talabalarining bilish xususiyatlarini hisobga olgan holda, raqamli va interfaol vositalar fizika fanining abstrakt mazmunini aniq va tushunarli shaklda taqdim etishga xizmat qiladi.

Raqamli vositalarning muhim didaktik imkoniyatlaridan biri **vizualizatsiya**dir. Fizik jarayonlarni grafik, animatsiya va dinamik modellar orqali namoyish etish talabalar tomonidan murakkab tushunchalarning idrok etilishini osonlashtiradi [10]. Masalan, energiya almashinuvi, zarrachalarning harakati, to'liq jarayonlari kabi hodisalarni vizual modellar orqali ko'rsatish ularni biologik va kimyoviy jarayonlar bilan bog'lash imkonini yaratadi. Bu holat fanlararo integratsiyaning samarali amalga oshirilishiga xizmat qiladi.

Interfaol vositalarning didaktik ahamiyati, avvalo, talabalarining bilish faoliyatini faollashtirish bilan bog'liqdir. Interfaol muhitda talabalar tayyor bilimlarni qabul qiluvchi emas, balki o'rganilayotgan hodisalarni mustaqil tahlil qiluvchi, tajriba o'tkazuvchi va xulosa chiqaruvchi faol subyekt sifatida ishtirok etadilar. Bu jarayon talabalarda tanqidiy fikrlash, muammoli vaziyatlarni hal etish va ilmiy xulosalar chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Raqamli va interfaol vositalarning yana bir muhim didaktik imkoniyati tajribaviy faoliyatni kengaytirish bilan izohlanadi. An'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarida moddiy-texnik imkoniyatlar cheklangan bo'lishi mumkin, biroq raqamli simulyatsiyalar va virtual tajribalar yordamida talabalar murakkab yoki xavfli bo'lgan jarayonlarni xavfsiz va takroriy tarzda o'rganish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu holat fizika fanining tajribaviy xarakterini saqlab qolish va rivojlantirishga xizmat qiladi [9].

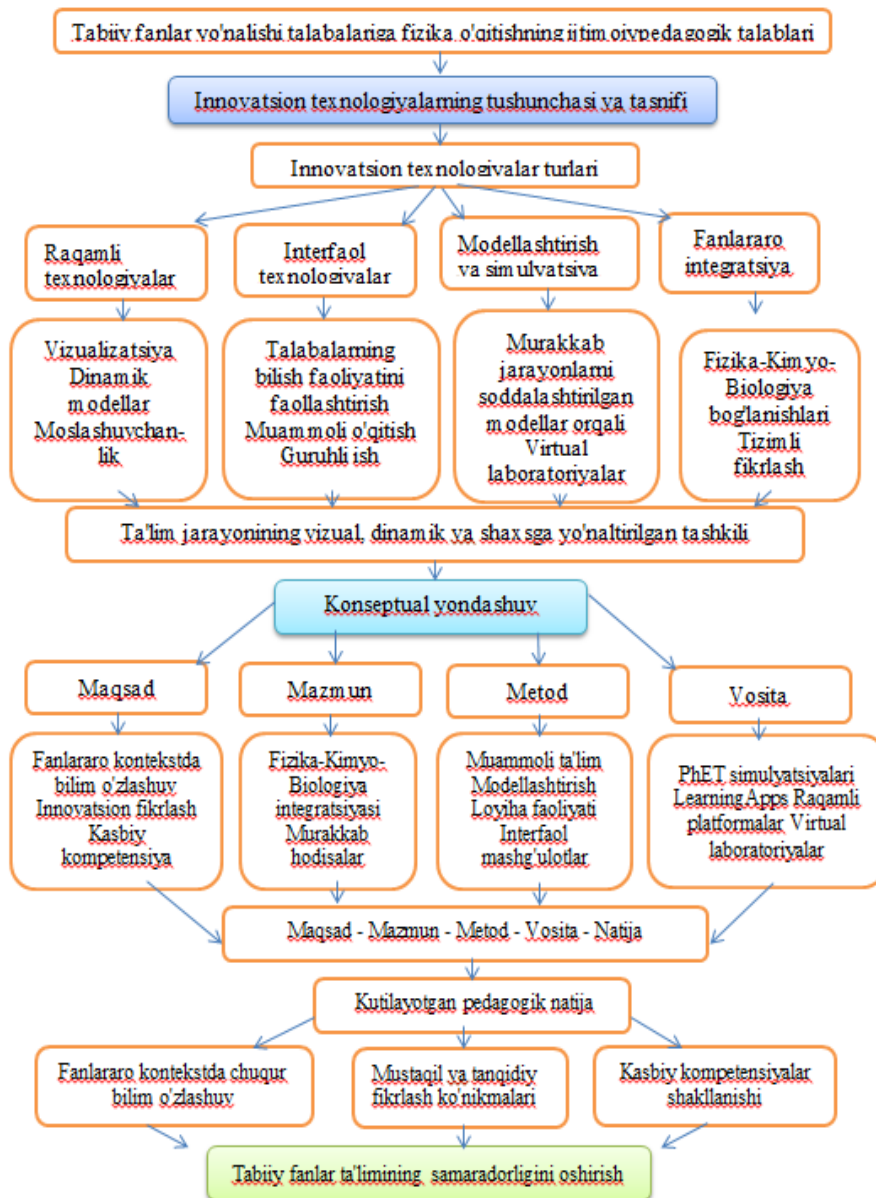
Shuningdek, raqamli va interfaol vositalar shaxsga yo'naltirilgan ta'limni amalga oshirish uchun qulay sharoit yaratadi. Talabalar o'z o'zlashtirish darajasi va bilish tezligiga mos ravishda topshiriqlarni bajarish, o'rganilayotgan jarayonlarni qayta ko'rib chiqish va mustaqil ishlash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu esa ta'lim jarayonining individuallashtirilishini ta'minlab, o'quv motivatsiyasini oshiradi [7].

Mazkur yondashuv doirasida, PhET simulyatsiyalari, LearningApps kabi interfaol platformalar va boshqa raqamli vositalar tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishda kuchli didaktik salohiyatga ega bo'lib, ular orqali fanlararo integratsiya, vizualizatsiya va tajribaviy faoliyatni samarali tashkil etish mumkin. Biroq ushbu vositalarning didaktik imkoniyatlarini to'liq ro'yobga chiqarish ularni tasodifiy emas, balki maqsadli va metodik jihatdan asoslangan holda qo'llashni talab etadi.

Tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika fanini innovatsion texnologiyalar asosida o'qitishni takomillashtirish mazkur jarayonni yagona, mantiqan izchil va ilmiy asoslangan konseptual yondashuv asosida tashkil etishni taqozo etadi. Ushbu yondashuv ta'lim jarayonining maqsadi, mazmuni, metodlari va vositalari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni ochib berishga xizmat qiladi hamda innovatsion texnologiyalarni tizimli qo'llash zaruratini ilmiy jihatdan asoslaydi.

Mazkur tadqiqot doirasida fizika fanini innovatsion texnologiyalar asosida o'qitish “maqsad — mazmun — metod — vosita — kutilayotgan natija” mantiqiy zanjiri asosida talqin qilinadi. Bunday yondashuv tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishda ta'lim jarayonining barcha tarkibiy jihatlarini yagona pedagogik tizim sifatida ko'rib chiqish imkonini beradi [3].

2-rasm. Tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishda innovatsion texnologiyalarni qo'llashning metodik-konseptual moduli



Konseptual yondashuvning maqsad jihatida tabiiy fanlar yo'nalishi talabalarida fizika faniga oid bilimlarni fanlararo kontekstda o'zlashtirish, innovatsion fikrlashni rivojlantirish hamda kasbiy faoliyat uchun zarur kompetensiyalarni shakllantirishga qaratilgan [4]. Ushbu maqsad fizika fanini kimyo va biologiya bilan integratsiyalashgan holda, raqamli va interfaol texnologiyalar asosida o'qitishni nazarda tutadi.

Mazkur yondashuvning mazmun jihatida fizika fanining kimyo va biologiya yo'nalishlari bilan uzviy bog'liq bo'lgan tushunchalari, qonuniyatlari va jarayonlarini qamrab oladi. O'quv mazmuni fanlararo integratsiya asosida tanlanib, murakkab fizik hodisalar biologik va kimyoviy jarayonlar

bilan bog'liq holda yoritiladi. Bu holat fizika fanining tabiiy fanlar tizimidagi metodologik ahamiyatini ochib berishga xizmat qiladi.

Metodik jihat innovatsion va interfaol o'qitish metodlarini qamrab oladi. Muammoli ta'lim, modellashtirish, loyiha faoliyati, interfaol mashg'ulotlar va mustaqil tadqiqot elementlari talabalarining bilish faoliyatini faollashtirish, mustaqil fikrlash hamda fanlararo tahlil ko'nikmalarini rivojlantirishga yo'naltiriladi.

Vosita jihati raqamli va interfaol ta'lim vositalari bilan bog'liq bo'lib, virtual laboratoriyalar, simulyatsiya dasturlari, raqamli platformalar va interfaol ilovalarni o'z ichiga oladi. Ushbu vositalar fizik jarayonlarni vizual va tajribaviy tarzda o'rganish, ta'lim jarayonini shaxsga yo'naltirilgan holda tashkil etish hamda talabalarining individual o'zlashtirish darajasini hisobga olish imkonini beradi.

Konseptual yondashuvning kutilayotgan natijaviy jihati tabiiy fanlar yo'nalishi talabalarida fizika faniga oid bilimlarning fanlararo kontekstda chuqur o'zlashtirilishi, mustaqil va tanqidiy fikrlash ko'nikmalarining rivojlanishi hamda kasbiy kompetensiyalarning shakllanishi bilan ifodalanadi. Ushbu natijalar innovatsion texnologiyalarni qo'llash samaradorligini baholash mezonlari orqali aniqlanishi mumkin.

Shunday qilib, amalga oshirilgan nazariy tahlillar fizika fanini innovatsion texnologiyalar asosida o'qitish zaruratini ilmiy-pedagogik jihatdan asoslab berdi. Bayon etilgan konseptual yondashuv fizika ta'limini fanlararo integratsiya, raqamli va interfaol vositalar hamda kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etishning nazariy poydevori sifatida namoyon bo'ladi. Ushbu nazariy asoslar keyingi bobda innovatsion-metodik tizimni ishlab chiqish va uni amaliyotga joriy etish jarayonining mantiqiy davomi sifatida qaraladi.

Mazkur nazariy-mantiqiy sxema tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika fanini innovatsion texnologiyalar asosida o'qitish jarayonining asosiy mantiqiy bog'lanishlarini aks ettiradi. Unda ta'lim jarayonining ijtimoiy-pedagogik talablardan boshlab, maqsad va mazmunni aniqlash, metodik yondashuvlarni tanlash hamda kutilayotgan pedagogik natijalargacha bo'lgan izchil rivojlanish ketma-ketligi umumlashtirilgan holda ifodalangan.

XULOSA

Sxema **nazariy darajada** fizika fanini innovatsion yondashuv asosida o'qitishning ichki mantiqini ochib berib, mazkur jarayonning fanlararo integratsiya, kompetensiyaviy yondashuv va raqamli texnologiyalar bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, u ta'lim jarayonining tarkibiy elementlari o'rtasidagi funksional aloqalarni yoritib, keyingi bobda ishlab chiqiladigan innovatsion-metodik tizim uchun nazariy tayanch vazifasini bajaradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Абдуллаева Б.С. Фанлараро алоқадорликнинг методологик-дидактик асослари. Тошкент, 2006. 49 б.
- [2]. Абдуқодиров А.А., Пардаев А., Ишмухамедов Р. Таълимда инновацион технологиялар. Тошкент: Истеъдод, 2008. 180 б.
- [3]. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. Москва: Педагогика, 1989. 192 с.
- [4]. Султонов Ў.Н. Компетенциявий ёндашув асосида физика ўқитиш. Тошкент, 2022. 68 б.

- [5]. Тайлаков Н.И. Рақамли таълим муҳитида фанларни ўқитиш. Тошкент, 2019. 186 б.
- [6]. Усаров Ж.Э. Таълим мазмунини компетенция асосида такомиллаштириш. Тошкент, 2019. 267 б.
- [7]. Шайзакова Д.А. Шахсга йўналтирилган таълим. Самарқанд, 2020. 48 б.
- [8]. Hake R.R. Interactive-engagement vs traditional methods // American Journal of Physics. 1998. Vol. 66. P. 64–74.
- [9]. Labster Virtual Labs. Copenhagen, 2020.
- [10]. Mayer R.E. Multimedia Learning. Cambridge University Press, 2009. 304 p.
- [11]. Wieman C.E. et al. Teaching Physics Using PhET Simulations // The Physics Teacher. 2010. Vol. 48(4). P. 225–227.

LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI JARAYONIDA O‘QUVCHILARNING AMALIY VA TADQIQOTCHILIK FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH.

Odilov Yorqin Jo‘rayevich

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

Annotatsiya: *Mazkur maqolada fizika fanini o‘qitish jarayonida laboratoriya mashg‘ulotlarining o‘quvchilarning amaliy va tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishdagi ahamiyati yoritilgan. Laboratoriya mashg‘ulotlari orqali o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, fizik hodisa*

va qonuniyatlarni tajriba asosida o‘rganish, kuzatish, o‘lchash, tahlil qilish, muammoli vaziyatlarga yechim topish hamda mustaqil xulosa chiqarish ko‘nikmalarini shakllantirish masalalari tahlil qilingan. Shuningdek, laboratoriya ishlarini muammoli, izlanishli va tadqiqotga yo‘naltirilgan asosda tashkil etish metodikasi taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: *fizika ta’limi, laboratoriya mashg‘uloti, amaliy faoliyat, tadqiqotchilik faoliyati, tajriba, kuzatish, o‘lchash, muammoli ta’lim, mustaqil faoliyat, fizik kompetensiya.*

Аннотаци: *В данной статье рассматривается важность лабораторных работ в развитии практической и исследовательской деятельности студентов в процессе обучения физике. Анализируются вопросы связи теоретических знаний студентов с практической деятельностью, экспериментального изучения физических явлений и законов, наблюдения, измерения, анализа, поиска решений проблемных ситуаций и формирования самостоятельных выводов посредством лабораторных работ. Также предлагается методология организации лабораторной работы на проблемно-ориентированной, исследовательской и научно-исследовательской основе.*

Ключевые слова: *преподавание физики, лабораторные работы, практические занятия, научно-исследовательская деятельность, эксперимент, наблюдение, измерение, проблемно-ориентированное обучение, самостоятельная деятельность, физическая компетентность.*

Abstract: *This article examines the importance of laboratory work in developing students' practical and research skills during physics instruction. It analyzes the connection between theoretical knowledge and practical activity, as well as the processes of experimentally studying*

physical phenomena and laws, making observations and measurements, conducting analysis, solving problems, and drawing independent conclusions through laboratory work. Additionally, a methodology is proposed for organizing laboratory work based on problem-oriented, inquiry-based, and research-oriented approaches.

Keywords: *physics teaching, laboratory work, practical sessions, research activity, experiment, observation, measurement, problem-oriented learning, independent activity, physics competence.*

KIRISH

Bugungi kunda ta'lim jarayonida o'quvchilarning faqat nazariy bilimlarni egallashi emas, balki ushbu bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llay olishi, mustaqil fikrlashi, muammolarni aniqlashi va ularga yechim topishi muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, fizika fanini o'qitishda nazariy bilimlarning tajriba va amaliy faoliyat bilan uyg'unligi alohida ahamiyat kasb etadi.

Fizika — tabiat hodisalarining umumiy qonuniyatlarini o'rganuvchi fan bo'lib, uning mazmunini o'zlashtirishda tajriba muhim o'rin tutadi. O'quvchi fizik qonunlarni faqat darslik yoki o'qituvchi tushuntirishi orqali o'rganib qolmasdan, ularni laboratoriya sharoitida kuzatishi, o'lchashi va amaliy jihatdan tekshirishi zarur.

MATERIALLAR VA USULLAR

Laboratoriya mashg'ulotlari aynan shu imkoniyatni yaratadi. Bunda o'quvchi tayyor bilimni passiv qabul qiluvchi emas, balki tajribani amalga oshiruvchi, kuzatuvchi, tadqiqotchi va xulosa chiqaruvchi faol subyekt sifatida ishtirok etadi.

Laboratoriya mashg'ulotlarining pedagogik ahamiyati

Laboratoriya mashg'ulotlarining asosiy vazifasi o'quvchilarda nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lashdan iborat. Tajriba jarayonida o'quvchi fizik kattaliklarning real obyekt va hodisalardagi namoyon bo'lishini kuzatadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Masalan, mexanika bo'limida jismlarning harakati, kuch, massa, tezlanish, ishqalanish kabi tushunchalar tajriba asosida o'rganiladi. Elektr bo'limida esa tok kuchi, kuchlanish, qarshilik va elektr zanjiridagi bog'lanishlar amaliy tajribalar orqali aniqlanadi. Laboratoriya mashg'ulotlarining pedagogik imkoniyatlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

- nazariy bilimlarni mustahkamlash;
- amaliy ko'nikmalarni shakllantirish;
- fizik asboblarni ishlashni o'rgatish;
- kuzatish va o'lchash malakasini rivojlantirish;
- fizik kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni aniqlash;
- tajriba natijalarini tahlil qilish;
- grafik va jadvallarni ishlash;
- mustaqil xulosa chiqarish;
- tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantirish.

O'quvchilarning amaliy faoliyatini rivojlantirish. Amaliy faoliyat o'quvchining bilimlarini real tajriba jarayonida qo'llay olish qobiliyatini anglatadi. Laboratoriya mashg'ulotlari bu faoliyatni

rivojlantirish uchun tabiiy pedagogik muhit yaratadi. O'quvchi laboratoriya ishini bajarish jarayonida quyidagi ketma-ketlikda faoliyat olib boradi: **maqsadni anglash → jihozlarni tanlash → tajribani rejalashtirish → tajribani bajarish → o'lchash → natijalarni qayd etish → hisoblash → tahlil qilish → xulosa chiqarish.** Ushbu jarayon o'quvchining nafaqat fizik bilimlarini, balki amaliy ko'nikmalarini ham rivojlantiradi. Masalan, zichlikni aniqlash laboratoriya ishida o'quvchi jism massasini tarozi yordamida, hajmini esa geometrik o'lchash yoki suyuqlikka botirish usuli orqali aniqlaydi. Tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish. Laboratoriya mashg'ulotlarining yuqori bosqichi o'quvchini tadqiqotchilik faoliyatiga jalb qilish bilan bog'liq. Tadqiqotchilik faoliyati quyidagi tarkibiy qismlardan tashkil topadi:

- muammoni aniqlash;
- muammoli savol qo'yish;
- faraz yoki gipoteza ilgari surish;
- tajriba rejasini ishlab chiqish;
- tajribani amalga oshirish;
- ma'lumotlarni yig'ish;
- natijalarni qayta ishlash;
- olingan natijalarni tahlil qilish;
- gipotezani tekshirish;
- xulosa chiqarish.

Masalan, o'quvchilarga:

“Mayatnikning tebranish davri uning massasiga bog'liqmi?” degan muammoli savol berilishi mumkin. O'quvchilar tajribadan oldin o'z taxminlarini bildiradilar. Keyin turli massali yuklar bilan tajriba o'tkazib, tebranish davrini o'lchaydilar. Olingan ma'lumotlar jadvalga kiritiladi va taqqoslanadi. Natijada o'quvchi fizik qonuniyatni tayyor holda qabul qilmasdan, tajriba asosida aniqlashga harakat qiladi. Muammoli laboratoriya mashg'ulotlari. An'anaviy laboratoriya ishlarida o'quvchiga tajribaning maqsadi, jihozlari va bajarish tartibi oldindan to'liq berilishi mumkin. Bunday yondashuv tajriba bajarilishini osonlashtiradi, biroq o'quvchining mustaqil izlanish imkoniyatini cheklashi mumkin.

Shuning uchun laboratoriya mashg'ulotlarini muammoli vaziyat asosida tashkil etish samarali hisoblanadi. Masalan: **Oddiy topshiriq:** “Berilgan prujinaning bikrligini aniqlang.”

Muammoli topshiriq: “Berilgan jihozlardan foydalanib, prujinaning bikrligini aniqlashning eng maqbul usulini ishlab chiqing.” Ikkinchi topshiriqda o'quvchi tajriba usulini o'zi tanlaydi. Shu sababli uning mustaqilligi va tadqiqotchilik faolligi ortadi. Laboratoriya ishlarida o'quvchi mustaqilligini oshirish. O'quvchilarning tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish uchun laboratoriya topshiriqlarini murakkablik darajasiga ko'ra bosqichma-bosqich tashkil etish mumkin. Birinchi bosqich — reproduktiv faoliyat. O'quvchi o'qituvchi yoki laboratoriya yo'riqnomasi asosida tajribani bajaradi. Ikkinchi bosqich — qisman izlanish faoliyati. O'quvchiga umumiy maqsad beriladi, tajribaning ayrim bosqichlarini mustaqil belgilash talab etiladi. Uchinchi bosqich — tadqiqot faoliyati. O'quvchi muammoni aniqlaydi, tajriba rejasini tuzadi, usulni tanlaydi va natijalarni mustaqil tahlil qiladi.

To'rtinchi bosqich — ijodiy faoliyat. O'quvchi mavjud fizik hodisani o'rganish uchun yangi tajriba usulini taklif qiladi yoki mavjud tajribani takomillashtiradi. Bunday bosqichlilik o'quvchilarning mustaqil faoliyatini izchil rivojlantirish imkonini beradi. Raqamli texnologiyalardan

foydalanish. Zamonaviy laboratoriya mashg'ulotlarida raqamli texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarning tadqiqotchilik faoliyatini yanada kengaytiradi. Xususan:

- virtual laboratoriyalar;
- raqamli sensorlar;
- kompyuter simulyatsiyalari;
- elektron jadvallar;
- grafik dasturlar;
- videolaboratoriyalar;
- mobil ilovalar;

matematik modellash vositalaridan foydalanish mumkin. Masalan, tajriba natijalarini elektron jadvalga kiritish orqali o'quvchi grafik qurishi va fizik kattaliklar orasidagi funksional bog'lanishni aniqlashi mumkin. Bunday faoliyat: **tajriba** → **ma'lumot** → **raqamli qayta ishlash** → **grafik** → **tahlil** → **xulosa**. ko'rinishidagi tadqiqot siklini shakllantiradi. Laboratoriya ishlarida guruhli faoliyat. Tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishda kichik guruhlarda ishlash ham muhim ahamiyatga ega. Guruhdagi o'quvchilarga quyidagi vazifalarni taqsimlash mumkin:

- tajriba rahbari;
- o'lchovchi;
- kuzatuvchi;
- natijalarni qayd etuvchi;
- hisob-kitoblarni bajaruvchi;
- taqdimotchi.

Bu usul har bir o'quvchining laboratoriya jarayonida faol ishtirok etishiga imkon beradi. Guruhli faoliyat natijasida o'quvchilarda hamkorlik, muloqot, mas'uliyat va o'zaro fikr almashish ko'nikmalari rivojlanadi. Laboratoriya natijalarini baholash. Laboratoriya ishlarini baholashda faqat yakuniy natijaga emas, balki o'quvchining butun faoliyat jarayoniga e'tibor qaratish maqsadga muvofiq. Baholash mezonlari quyidagicha bo'lishi mumkin:

1-jadval.

Mezon	Mazmuni
Nazariy tayyorgarlik	Fizik qonun va formulalarni bilishi
Tajribani rejalashtirish	Ish tartibini mustaqil belgilashi
Asbobdan foydalanish	Jihozlarni to'g'ri va xavfsiz qo'llashi
O'lchash	Natijalarni to'g'ri olishi
Hisoblash	Matematik amallarni to'g'ri bajarishi
Tahlil	Natijalarni izohlashi
Xulosa	Fizik mazmunli xulosa chiqarishi
Mustaqillik	O'qituvchi yordamisiz ishlay olishi
Ijodkorlik	Yangi usul yoki yechim taklif qilishi

Bunday mezonlar o'quvchining laboratoriya faoliyatini kompleks baholash imkonini beradi. Amaliy-tadqiqotchilik modelining samaradorligi. Laboratoriya mashg'ulotlarini quyidagi model asosida tashkil etish mumkin:

Muammoli vaziyat

Tadqiqot savoli

Gipoteza
Tajriba loyihasi
Laboratoriya tajribasi
O'lchash
Ma'lumotlarni qayta ishlash
Natijalarni tahlil qilish
Gipotezani tekshirish

XULOSA

Ushbu modelda o'quvchi laboratoriya ishining oddiy ijrochisi emas, balki kichik tadqiqotchi sifatida faoliyat olib boradi. Laboratoriya mashg'ulotlari fizika ta'limida o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog'lash, fizik hodisa va qonuniyatlarni tajriba asosida anglash hamda tadqiqotchilik ko'nikmalarini shakllantirishning samarali vositalaridan biridir. Laboratoriya faoliyatini muammoli, izlanishli va tadqiqotga yo'naltirilgan tarzda tashkil etish o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, kuzatishi, tajriba o'tkazishi, o'lchashi, natijalarni tahlil qilishi va xulosa chiqarish qobiliyatlarini rivojlantiradi. Shuningdek, raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriyalar va kompyuter modellashtirish vositalaridan foydalanish laboratoriya mashg'ulotlarining imkoniyatlarini kengaytiradi. Bunda o'quvchi real tajriba natijalarini raqamli vositalar yordamida qayta ishlab, grafik va matematik modellar orqali fizik jarayonlarni chuqurroq anglash imkoniyatiga ega bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Одилов.Ё.Ж. //Физика фанини ўқитиш асосида талабаларнинг лойиҳавий-конструкторлик фаолиятини ривожлантириш//. Муғаллим ҳам ўзликсиз билимлендириў. Илмий-методикалық журнал.–Нөкис. 2021 103-106
- [2] Одилов.Ё.Ж. //“Чизиқли ва визуал дастурлаш асосида физика ўқитиш методикасини такомиллаштириш” диссертация//. Чирчиқ-2022.
- [3] Одилов.Ё.Ж. //Физика фанини ўқитишда замонавий педагогик технологиялардан фойдаланиш // . Наманган давлат университети илмий ахбороти. – Наманган, 2021. – № 11. – Б. 22-24 (13.00.02. № 30).
- [4] Одилов.Ё.Ж. //“Физика ўқитиш асосида талабаларни лойиҳавий-конструкторлик фаолиятига тайёрлаш”// ЎЗМУ хабарлари журнаliga. 2022 1/11. (13.00.02. № 30).
- [5] Одилов.Ё.Ж. // [Методы использования языков программирования в обучении физике](#)//. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. VOLUME 1. ISSUE 9. ISSN 2181-1784. Scientific Journal Impact Factor. – Тошкент, 2021. – P. 436-441.
- [6] O.Y Juraevich, MS Abduraxmonovna. // [Raqamli ta'lim muhitida talabalarni kasbiy-pedagogik faoliyatga tayyorlashning nazariy va metodik asoslari](#)// *vol. 4 no. 41 (2026): interdisciplinary innovation and scientific research conference*.
- [7] Одилов.Ё.Ж. //Физикадан таълим бериш асосида талабаларни касбий фаолиятга тайёрлаш методикаси // Таълим ва инновацион тадқиқотлар. – Тошкент, 2021. – № 5. ISSN 2181-1709. – Б. 238-244.
- [8] Одилов Ё.Ж. (2024). //Янги ва ноанъанавий услублардан фойдаланиб физика фанидан лаборатория ишини бажариш усуллари.// *Наука и инновации*, 2(20), 77-80.

[9] Тураев С.Ж., Одилов. Ё.Ж. Маълумотлар базасини шакллантириш орқали графиклар ҳосил қилишда Borland Delphi7 дастурлаш тилидан фойдаланиш. // “Олий таълим муассасаларида фанларни ўқитишда замонавий педагогик ва ахборот технологияларидан фойдаланишнинг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. – ҚДУ: Қарши, 2017.Б 239-241.6.

ELEKTRON BOMBARDIMONI TA’SIRIDA GaP(111) SIRTINING TARKIBIY VA STRUKTURAVIY O’ZGARISHLARI

B.E. Umirzakov¹, B. Donayev², G.M. Shirinov¹, R.S. Mirzayeva¹

¹Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

²Qarshi davlat texnika universiteti,

e-mail: ganjimurod777@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada GaP(111) sirtining tarkibi va kristallik tuzilishiga 3–10 keV energiyali elektron bombardimonining ta’siri tadqiq etilgan. Elektronlar dozasi va energiyasining GaP sirtiga yaqin qatlamlaridagi galliy va fosfor atomlarining taqsimlanishiga ta’siri o’rganilgan. Tajriba natijalari elektron bombardimoni ta’sirida sirt va sirtga yaqin qatlamlarda tarkibiy o’zgarishlar hamda tartibsizlanish jarayonlari yuzaga kelishini ko’rsatdi. Elektronlar energiyasi 3 keV bo’lganda Ga konsentratsiyasining o’zgarishi asosan 110–165 Å chuqurlikkacha kuzatilgan, 10 keV energiyada esa tarkibiy o’zgarishlar 250–300 Å gacha bo’lgan qatlamni qamrab olgan. Elektron bombardimoni natijasida P atomlarining sirt tomon diffuziylanishi va ularning qisman bug’lanishi hisobiga sirtga yaqin qatlamlarda Ga konsentratsiyasining ortishi aniqlangan. Elektronlar dozasi ortishi bilan GaP sirtining tartibsizlanish darajasi ham oshishi qayd etilgan. Olingan natijalar GaP asosidagi nanoo’lchamli tuzilmalar va optoelektron qurilmalarni yaratishda elektron bombardimonidan foydalanish jarayonlarini tushunish uchun muhim ahamiyatga ega.

Kalit so’zlar: GaP, galliy fosfid, GaP(111), elektron bombardimoni, elektron dozasi, sirt qatlami, galliy, fosfor, diffuziya, bug’lanish, kristallik tuzilma, sirtning tartibsizlanishi, nanoo’lchamli tuzilmalar.

Аннотация. В статье исследовано влияние электронного облучения с энергией 3–10 кэВ на состав и кристаллическую структуру поверхности GaP(111). Изучено влияние энергии и дозы электронов на распределение атомов галлия и фосфора в поверхностных и приповерхностных слоях GaP. Экспериментальные результаты показали, что под воздействием электронного облучения в поверхностных и приповерхностных слоях происходят существенные изменения состава и процессы разупорядочения. При энергии электронов 3 кэВ изменение концентрации Ga наблюдалось преимущественно на глубине до 110–165 Å, тогда как при энергии 10 кэВ структурно-составные изменения охватывали слой толщиной до 250–300 Å. Установлено, что вследствие диффузии атомов P в направлении поверхности и их частичного испарения происходит обогащение приповерхностных слоёв атомами Ga. С увеличением дозы электронов степень разупорядочения поверхности GaP возрастает. Полученные результаты имеют важное значение для понимания процессов модификации поверхности GaP при электронном облучении и могут быть использованы при разработке наноразмерных структур и оптоэлектронных устройств на основе GaP.

Ключевые слова: GaP, фосфид галлия, GaP(111), электронное облучение, электронная доза, поверхностный слой, галлий, фосфор, диффузия, испарение, кристаллическая структура, разупорядочение поверхности, наноразмерные структуры.

Abstract. This study investigates the effect of electron bombardment with energies of 3–10 keV on the composition and crystalline structure of the GaP(111) surface. The effects of electron energy and dose on the depth distribution of gallium and phosphorus atoms in the surface and near-surface layers of GaP were examined. The experimental results demonstrated that electron bombardment induces significant compositional changes and structural disordering in the surface and near-surface regions. At an electron energy of 3 keV, changes in the Ga concentration were observed mainly at depths of up to 110–165 Å, whereas at 10 keV, composition-related changes extended to a depth of approximately 250–300 Å. The enrichment of the near-surface layers with Ga atoms was attributed to the diffusion of P atoms toward the surface and their partial evaporation. An increase in the electron dose resulted in a higher degree of surface disordering of GaP. The obtained results are important for understanding the mechanisms of GaP surface modification under electron irradiation and may contribute to the development of nanoscale structures and optoelectronic devices based on GaP.

Keywords: GaP, gallium phosphide, GaP(111), electron bombardment, electron dose, surface layer, gallium, phosphorus, diffusion, evaporation, crystalline structure, surface disordering, nanoscale structures.

KIRISH

GaP asosida oʻstirilgan nanooʻlchamli tuzilmalarga boʻlgan qiziqish ularning monolit optoelektron integral sxemalarini (MOEIS), fotooʻzgartirgichlarni (quyosh elementlarini), optik va elektron nasoslashli lazerlarni, oʻta yuqori chastotali (OʻYCh) texnika qurilmalarini yaratishda keng qoʻllanilishi va istiqbolliligi bilan bogʻliq [1]. Shu sababli hozirgi vaqtda ularning elektron, optik, emissiyaviy, elektro-fizik xossalari hamda turli taʼsirlarning ushbu xossalarga taʼsiri jadal oʻrganilmoqda.

MATERIALLAR VA USULLAR

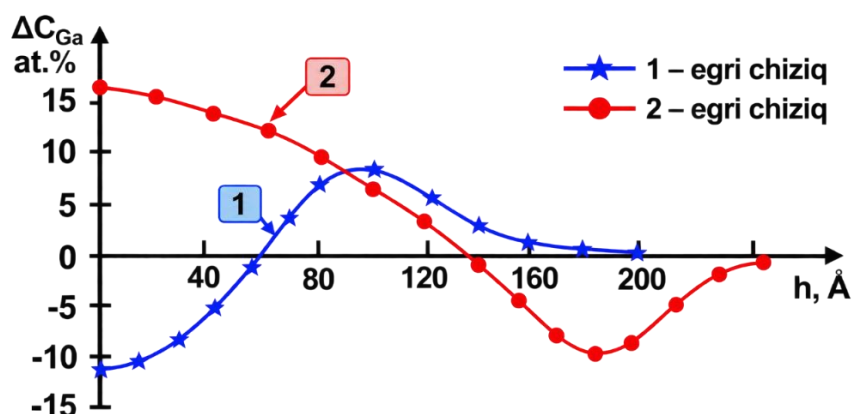
A³B⁵ ikkilik birikmalarining, xususan, GaP ning fizik xossalarini modifikatsiyalash uchun turli usullardan: termik qizdirish, yemirish, lazer bilan ishlov berish, ion implantatsiyasi va boshqalardan foydalaniladi. Xususan, Si taglikda MOEIS yaratish uchun uning sirtida toʻgʻri zonali oʻtishga ega epitaksial plyonka oʻstirish zarur [2]. GaP va Si kristall panjaralari doimiylari deyarli bir-biriga mos keladi, shu sababli GaP/Si geteroepitaksial tizimini olish mumkin. Biroq GaP toʻgʻri boʻlmagan zonali yarimoʻtkazgich hisoblanadi. [3] da GaP tarkibiga $\geq 0,5\%$ azot qoʻshilishi toʻgʻri zonali oʻtishga ega GaP_{0,98}N_{0,02} tipidagi plyonkaning shakllanishiga olib kelishi koʻrsatilgan. [4]-ishda elektroximiyaviy yemirish usulida olingan gʻovakli GaP sirtining lokal elektro-fizik xossalari oʻta yuqori vakuum sharoitida tunnel spektroskopiyasi usuli yordamida oʻlchangan. Sirtning turli elektro-fizik xossalarga ega boʻlgan ikkita sohasi aniqlangan. Anomal maydoniy fotoemissiya effekti kuzatilgan boʻlib, uning eng ehtimoliy sababi yuqori zichlikka ega boʻlgan Ga₂O₃ va GaP nanoklasterlari hamda ular bilan bogʻliq akseptor tipidagi sirt holatlarining mavjudligi hisoblanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Elektron bombardimoni jarayonida $D = D_n$ bo'lganda GaP ning sirtga yaqin qatlamidagi tarkibiy o'zgarishlarni baholash uchun biz Ga atomlarining chuqurlik h bo'yicha taqsimlanish profillarini oldik (1-rasm). 1-rasmdan (1-egri chiziq) ko'rinib turibdiki, $E_e = 3$ keV bo'lganda galliyning nisbiy konsentratsiyasi ΔC_{Ga} 15-20 Å chuqurlikkacha sezilarli darajada o'zgarmaydi, $h \approx 20-110$ Å oralig'ida esa ~ -10 at.% dan $+9$ at.% gacha monoton ravishda ortadi. Shundan so'ng h ning ortishi bilan u deyarli eksponensial ravishda kamayadi va $h \approx 160-165$ Å da nolga yaqinlashadi. $E_e = 10$ keV holatda $\Delta C_{Ga}(h)$ egri chizig'i $h \approx 200$ Å chuqurlikda minimumdan o'tadi, so'ngra eksponensial ravishda kamayadi va $h \approx 250$ Å dan boshlab 0 ga yaqinlashadi.

Endi olingan natijalarni muhokama qilish va tahlil qilishga o'tamiz. Elektronlar bilan bombardimon qilishda sirt va sirtga yaqin qatlamlar tarkibi hamda tuzilishidagi asosiy o'zgarishlar $D \geq 10^{17} \text{ sm}^{-2}$ bo'lganda sodir bo'ladi, ya'ni $E_0 \approx 3$ keV da GaP ning tarkibiy qismlarga sezilarli darajada parchalanishi va sirtga yaqin qatlamlarning tartibsizlanishi $D \approx 4 \cdot 10^{17} \text{ sm}^{-2}$ dan, $E_e \approx 10$ keV da esa $D \approx 10^{17} \text{ sm}^{-2}$ dan boshlanadi. Elektronlar dozasi ortishi bilan $E_e = 3$ keV holatda ham, $E_e = 10$ keV holatda ham GaP ning tartibsizlanish darajasi ortadi.

P atomlarining atom massasi Ga atomlarining atom massasidan kichik bo'lganligi sababli, P atomlari sirt tomon diffuziyalanadi. $E_0 = 3$ keV bo'lganda, ehtimol, GaP molekularining faqat bir qismi parchalanadi va sirtidan atomlarning bug'lanishi sodir bo'lmaydi, ya'ni sirt P atomlari bilan boyiydi. P atomlarining sirt tomon diffuziyalanishi natijasida sirtga yaqin qatlamda Ga konsentratsiyasi ortadi (1-rasm, 1-egri chiziq). Bu holat $-\Delta C_{Ga}(h)$ va $+\Delta C_{Ga}(h)$ egri chiziqlari ostidagi yuzalar bir-biridan sezilarli darajada farq qilmasligi bilan izohlanadi.



1-rasm. $D = D_n$ da E_e , keV energiyali elektronlar bilan bombardimon qilingan GaP uchun ΔC_{Ga} ning h ga bog'liqligi (Ga atomlarining taqsimlanish profili):
1-3; 2-10.

$E_e = 10$ keV holatda tarkibdagi asosiy o'zgarishlar $h \approx 250-300$ Å chuqurlikkacha sodir bo'ladi. Bunda sirt tomon diffuziyalangan P atomlarining katta qismi bug'lanib ketadi, natijada 120-150 Å chuqurlikkacha bo'lgan sirt qatlamlari Ga atomlari bilan boyiydi. P atomlarining kichik qismi esa sirtgacha diffuziyalana olmaydi va bu atomlar 160-240 Å chuqurlikda P konsentratsiyasining ortishiga olib keladi (1-rasm, 2-egri chiziq).

XULOSA

GaP(111) sirtining tarkibi va kristallik tuzilishiga $E_e = 3-10$ keV energiya oralig'idagi elektron bombardimonining ta'siri birinchi marta o'rganildi. Sirtidagi Ga va P atomlari konsentratsiyasining

o'zgarishi hamda ularning chuqurlik bo'yicha taqsimlanish profillarining elektronlar energiyasi va dozasiga bog'liqligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] A.A. Lazarenko, E.V. Nikitina, E.V. Pirogov, M.S. Sobolev, & A.Yu. Egorov. 48. No. 4, pp. 392-396. 2014.
- [2] H. Yonezu, Y. Furukawa, A. Wakahara. J. Cryst. Growth, 310, 4757 (2008).
- [3] А.Ю. Егоров, Н.В. Крыжановская, М.С. Соболев. Оптические свойства квантово-размерных гетероструктур на основатвердых растворов $GaP_xN_yAs_{1-x-y}$. Физика и техника полупроводников, 2011, том 45, вып. 9. С.1209-1213.
- [4] М.А. Ладугин, А.Ю. Андреев, И.В. Яроцкая, Ю.Л. Рябоштан, Т.А. Багаев, А.А. Падалица, А.А. Мармалюк, М.Г. Васильев. Сравнительный анализ квантовых ям GaAs/GaInP и GaAs/ALGaAs, полученных в условиях мос-гидридной эпитаксии. неорганические материалы, 2019, том 55, № 4. С. 345–349.

FIZIKA VA IQTISODIYOT INTEGRATSIYASI – IQTISODIYOT FIZIKASINING SHAKLLANISHIDAGI MUAMMOLAR

Eshmirzayeva Matluba Abdishukurovna

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston,

e-mail: eshmirzayeva73@bk.ru

Annotatsiya: Fizikaning iqtisod bilan integratsiyasi tufayli yangi fan fizik-iqtisod yo'nalishi paydo bo'lishi, iqtisodiyot fizikasining shakllanishidagi muammolari haqida suz yuritilgan. Elektr zanjirining texnikada qo'llanilish usulidan foydalanib pul oqimining aylanish jarayonini juda aniqlik bilan hisoblash mumkin.

Kalit so'zlar: Fizika va iqtisodiyot, Pul oqimi, elektr oqimi, aktiv qarshilik, kapital, tovar, moliya bozori, antiferromagnetiklar, turg'un bozori.

Аннотация: Интеграция физики с экономикой породила новое физико-экономическое направление науки, проблемы становления физики экономики. Используя метод работы в технике электрической схемы, процесс зарабатывания денег может быть выполнен с большой точностью.

Ключевые слова: физика и экономика, денежный поток, электрический поток, активное сопротивление, капитал, товар, финансовый рынок, антиферромагнетики, стабильный рынок.

Annotation: Due to the integration of physics with economics, the emergence of a new science in the field of physics and economics, the problems in the formation of the physics of economics. Using the technique of electrical circuitry, the process of cash flow can be calculated very accurately.

Keywords: Physics and Economics, Cash Flow, Electric Flow, Active Resistance, Capital, Commodity, Financial Market, Antiferromagnets, Stable Market.

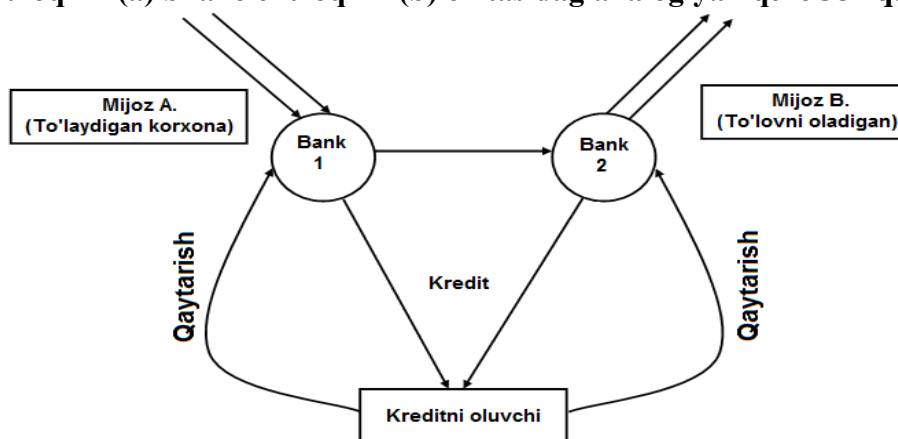
KIRISH

Ta'lim jarayonida fanlararo aloqadorlik va integratsiya bo'yicha muayan darajada ishlar amalga oshirilib, fizikaning tibbiyot, biologiya, iqtisodiyot, tarix va boshqa fanlar bilan integratsiyasi bo'yicha bir necha respublika va xalqaro ilmiy, ilmiy-uslubiy konferensiyalarda ma'ruzalar qilinmoqda.

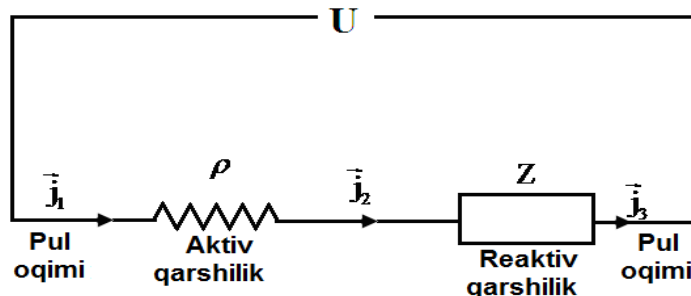
MATERIALLAR VA USULLAR

Ushbu maqolada Fizikaning iqtisod bilan integratsiya tufayli yangi fan fizik-iqtisodiy o'nalishi paydo bo'lishi bo'yicha so'z yuritiladi.

1. Puloqimi (a) bilan elektroqimi (b) o'rtasidagi analogiyani qarab chiqamiz.



1 – rasm. a) Puloqimining mijoz bilan bank o'rtasidagi aylanish jarayoni ko'rsatilgan.



2 – rasm. b) Pul oqimining elektr bilan analogiyasi ko'rsatilgan.

rasmda j_1, j_2, j_3 pul oqimining zichligini bildiradi. U – kapital yoki tovarning dastlabki qiymati.

Pulni to'lov tizimlarida o'tkazish jarayon ielektr tokning elektr zanjirida o'tishi bilan sifat jihatdan o'xshashlik mavjud.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Haqiqatdan ham: oqim o'tganda (elektrvapul) aktiv qarshilikdan (ρ) o'tganda tok kuchi kamayadi, issiqlik ajralib chiqadi. To'lov jarayoniga pul oqimi tushuncha kiritiladi. Aktiv qarshilik – pul qiymatsizligini bildiradi, reaktiv qarshilik esa pulning kechiktirilishini bildiradi.

O'zgaruvchan tok uchun to'la qarshilik Z , reaktiv qarshilik: induktivlik va sig'imdan iborat va u Ohm qonuniga bo'ysinadi. Ohm qonuni elektr zanjiri uchun juda yaxshi tajribada va texnikada qo'llanilmoqda. Ana shu usuldan foydalanib, undan pul oqimining aylanish jarayonini juda aniqlik bilan hisoblash mumkin.

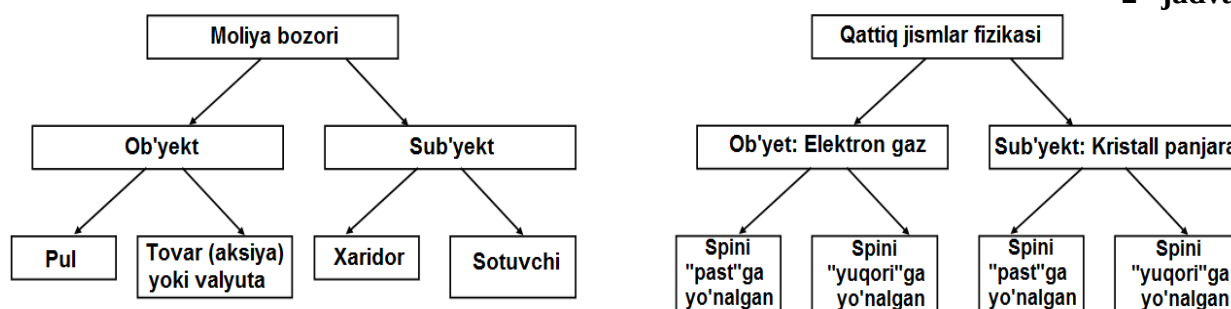
2. Qattiq jism fizikasi bilan mikroiqtisodiyot tushunchalari o'rtasidagi analogiyani qarab chiqamiz. Bu analogiya 1 va 2-jadvalda keltirilgan.

1 - jadval

Fizika va iqtisodiy tushunchalar o'rtasidagi o'xshashlik		
Belgilar	Fizik kattalik	Iqtisodiy kattalik
$N_e^\downarrow$	Spini "past"ga yo'nalgan elektronlar	Pul
$N_e^\uparrow$	Spini "yuqori"ga yo'nalgan elektronlar	Tovar (aksiya yoki valyuta)
$N_\downarrow$	Spini "past"ga yo'nalgan atomlar	Xaridorlar
$N_\uparrow$	Spini "yuqori"ga yo'nalgan atomlar	Sotuvchilar
J	Almashish	Likvidlik (tovar almashish)
W	Tartibsizlik	Volatillik (xaos)
δ	Teshiklar konsentratsiyasi	Bozorning siyraklanishi
n	Elektronlar konsentratsiyasi	Bozor resurslarining konsentratsiyasi
A	Antiferromagnetik	Turg'un (stabil) bozor
F	To'yingan ferromagnetik	Turg'un bo'lmagan bozor
SF	To'yingan ferrimagnetik	Real bozorning bo'lmashligi

Moliya bozori bilan qattiq jism ob'yektlari va sub'yektlari o'rtasidagi o'xshashlik

2-jadval



3.

Termodinamik va mikroiqtisodiy sistemalari o'rtasidagi analogiya va ularni xarakterlovchi kattaliklar quyidagi jadvalda keltirilgan.

3 - jadval

Termodinamik sistema		Mikroiqtisodiy sistema	
Nomi	Belgilanishi	Nomi	Belgilanishi
Rezervuar (qaytarissizlik almashish)	T	Iqtisodiy rezervuar	R
Rezervuar (qaytmasissizlik almashish)	$Q=d(T-T)$	Monopol bozori	$n=\alpha(c-p)$
Moddamiqdori	N	Rusurslar zaxirasi	N
Kimyoviy potensial	$H(N)$	Zaxirabahosi	$P(N)$
Issiqlik mashinasi, temperatura	$T(t)$	Baho	$c(t)$

Erkinenergiya, ish	A	Resursbazisi	M
Sistemaningishbajarishqobiliyati	E	Sistemaningfoydaliligi	E
Entropiya	S	Bog‘langankapital	F
Entropiyaishlabchiqarish	σ	Kapitalningqiymatsizlanishi	σ
Ichkienergiya	U	To‘lakapital	

Termodinamik, elektrik va mikroiqtisodiy sistemalari o‘rtasidagi analogiyani qarab chiqamiz.

4 jadval

Termodinamika	Elektrostatika	Mikroiqtisodiyot
Energiya, A	Maydonenergiyasi, $A = \frac{CU^2}{2}$	Bazisresursi, $M = \frac{\alpha C^2(t)}{2}$
Entropiya, S	Maydonentropiyasi, $S = \frac{NU^2}{2kT^2}$	Bo-langankapital $F = \frac{\beta M}{c(t)}$
Temperatura, T(t)	Potensial, $U(t) = U_0 \sin \omega t$	Baho, $C(t) = C_0 \sin \omega t$
Entropiyaishlabchiqish, σ	Entropiyaishlabchiqish, $\sigma = \frac{S}{t}$	Kapitalningdissipatsiyasi, $\sigma = \frac{F}{t}$

Fizikaning iqtisod bilan integratsiyasi tufayli yangi fan fizik-iqtisod yo‘nalishi paydo bo‘ldi.

XULOSA

Xullas, hozir fizika va iqtisodiyotning integratsiyasi tufayli yangi fan – iqtisodiyot fizikasi fani shakllanmoqda. Iqtisodiy fizika fanining tasavurlari asosida fizika va iqtisodiyotning integratsiyasi yotadi. Bu soha bo‘yicha hamdo‘stlik va jahonning etakchi universitetlarida mutaxassislar ham tayyorlanmoqda. Jumladan, MDU, MFTI, MIFI, SaratovDU, UralDU va boshqalar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. Quvondiqov O.Q., Rajabov R.M., Eshmirzaeva M., Xolmurodov S. Analogiya va uni fizikani o‘qitishdagi o‘rni. // fizika, matematika va informatika 2014 y, № 2, 111-115 b.
- [2]. O.K. Кувандиков, А. Ж. Жумабаев Роль и значение аналогии развитие и преподавании физики. Узб. Физический журнал, 1998 г, №6, 74-82 стр.
- [3]. О.Қ.Қувондиқов, М.А.Эшмирзаева Физиканинг иқтисодиёт билан интеграцияси ва унинг истикболлари /Қарши ДУ “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишда энергия тежамкорлик муаммолари” 28 апрель 345-346 бетлари 2017 й.

FIZIKADAN AMALIY MASHG'ULOTLAR JARAYONIDA MATHCAD DASTURIY VOSITASIDAN FOYDALANISH

Rajabov Maxmadiyor Baxtiyorovich

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, 180100 O'zbekiston

e-mail: rajabovmaxmadiyor@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida MathCAD dasturiy vositasidan foydalanishning didaktik va metodik imkoniyatlari yoritilgan. MathCAD dasturi yordamida fizik kattaliklar o'rtasidagi bog'lanishlarni matematik hisoblash, fizik jarayonlarni modellash, natijalarni grafik ko'rinishda tasvirlash hamda olingan natijalarni tahlil qilish usullari ko'rib chiqilgan. Dasturiy vositadan foydalanish talabalarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish, fizik hodisalarni chuqurroq anglash va hisoblash natijalarini vizuallashtirish imkoniyatlarini kengaytirishi asoslangan.

Kalit so'zlar: fizika, amaliy mashg'ulot, MathCAD, dasturiy vosita, fizik modellash, matematik hisoblash, grafik tasvirlash, vizuallashtirish, fizik jarayon, amaliy ko'nikma.

Аннотация. В статье рассматриваются дидактические и методические возможности использования программного средства MathCAD в процессе практических занятий по физике. Рассмотрены способы выполнения математических расчетов физических величин, моделирования физических процессов, графического представления результатов и анализа полученных данных с использованием MathCAD. Обосновано, что применение данного программного средства способствует развитию практических навыков обучающихся, более глубокому пониманию физических явлений и расширению возможностей визуализации результатов расчетов.

Ключевые слова: физика, практическое занятие, MathCAD, программное средство, физическое моделирование, математические расчеты, графическое представление, визуализация, физический процесс, практические навыки.

Abstract. This article examines the didactic and methodological possibilities of using the MathCAD software tool in practical physics classes. The methods of performing mathematical calculations of physical quantities, modeling physical processes, graphically presenting results, and analyzing obtained data using MathCAD are considered. It is substantiated that the use of this software tool contributes to the development of students' practical skills, a deeper understanding of physical phenomena, and expanded opportunities for visualizing calculation results.

Keywords: physics, practical class, MathCAD, software tool, physical modeling, mathematical calculations, graphical representation, visualization, physical process, practical skills.

KIRISH

MathCAD dasturiy vositasi va uning imkoniyatlari. Matematikada ifodalar, formulalar qanday yozilsa MathCAD tizimida ham xuddi shunday, o'zgarishsiz, tabiiy ko'rinishda yoziladi. MathCAD yordamida formulalar faqatgina chiroyli yozilmasdan balki masalani sonli yoki simvulli yechish imkoniyatiga ega. MathCAD o'zining yordamchi tizimiga ega. Har qanday tenglama atrofida ixtiyoriy matnni joylashtirish mumkin, bu esa hisoblash jarayonini izohlash uchun juda zarur.

MathCAD yordamida nafaqat matematikaga doir masalalarni yechish mumkin balki bu dastur yordamida ilmiy – uslubiy materiallarni, dissertatsiya ishlarini, bitiruv malakaviy ishlarini, kurs ishlarini bajarish imkoniyati mavjud, chunki MathCAD yordamida matematik formulalarni, matnlarni, grafiklarni juda chiroyli qilib ifodalash mumkin, bundan tashqari MathCAD yordamida yuqori darajadagi elektron darsliklar yaratish imkoniyati mavjud.

MATERIALLAR VA USULLAR

MathCAD matematik dasturlash muhitida ishlashning yaqqol ajralib turadigan quyidagi imkoniyatlarini ajratib ko'rsatish mumkin:

➤ MathCAD muhitida matematik ifoda, qabul qilingan ya'ni tabiiy ko'rinishda ifodalanadi. Masalan, daraja yuqorida, indeks pastda, integralning yuqori va quyi chegaralari esa an'anaviy joyida turadi;

➤ MathCAD muhitida DASTURLASH va uni BAJARILISH jarayoni parallel kechadi. Foydalanuvchi MathCAD-hujjatida yangi ifoda kiritar ekan, uning qiymatini birdaniga hisoblash va ifodani kiritishda yo'l qo'yilgan yashiringan xatoliklarni ko'rish imkoniyati mavjud;

➤ MathCAD paketi yetarli darajada qudratli matematik apparat bilan qurollanganki, ular orqali tashqi protseduralarni chaqirmasdan turib paydo bo'ladigan muammolarni hal qilishimiz mumkin.

MathCAD muhiti:

- ✓ (Chiziqli va chiziqli bo'lmagan) algebraik tenglama va tizimlarni yechish;
- ✓ Oddiy differensial tenglama va tizimlarni (Koshi masalasi va chegaraviy masala) yechish;
- ✓ Xususiy hosilali differensial tenglamalarni yechish;
- ✓ Berilganlarga statik qayta ishlov berish (interpolyatsiya, ekstrapolyatsiya, approksimatsiya va ko'pgina boshqa amallar);
- ✓ Vektor va matritsalar bilan ishlash (Chiziqli algebra va boshqalar);
- ✓ Funksional bog'liqlikning maksimum va minimumini izlash kabi masalalarni oson, ko'rgazmali hal qilishga katta imkon beradi.

MathCAD paketi matematik va fizik-kimyoviy formulalarga, hamda o'zgarmaslarga asoslangan yordamchi qo'llanmalar bilan boyitilgan.

MathCAD paketida turli sohalar bo'yicha elektron darsliklar yaratish mumkin.

Foydalanuvchi o'z oldiga qo'yilgan masalani yechish bilan cheklanibgina qolmay, fizikaviy masalalarni yechishda o'lchamlarni hisobga olish imkoniyatiga ega. Bunda foydalanuvchi tegishli birliklar tizimi tanlashi mumkin.

Bundan tashqari MathCAD muhiti animatsiya vositasi bilan qurollangan, bunda tuzilgan modellarni nafaqat statik (o'zgarmas), balki dinamik (animatsion kliplar) holda yaratish imkoniyati mavjud.

MathCAD muhiti belgili matematika elementlari bilan boyitilgan bo'lib, bunda masalani nafaqat sonli yechish, balki analitik usulda ham yechishga imkoniyat yaratilgan.

MathCAD muhitidan chiqmagan holda boshqa serverdagi hujjatlarni ishlatish va Internet tavsiya qiladigan yuqori axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalanish mumkin.

NATIJARLAR VA MUHOKAMA

1. So'navchi tebranma harakatda siljish tenglamasi $y = e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$ qonuni bo'yicha o'zgarmoqda. Siljish, tezlik va tezlanishning vaqtga bog'lanish tenglamalarini yozing va grafigini chizing. Bu yerda $\delta = 0.25, \omega = \pi \text{ rad}, \varphi = \pi/6 \text{ rad}$ ga teng deb oling.

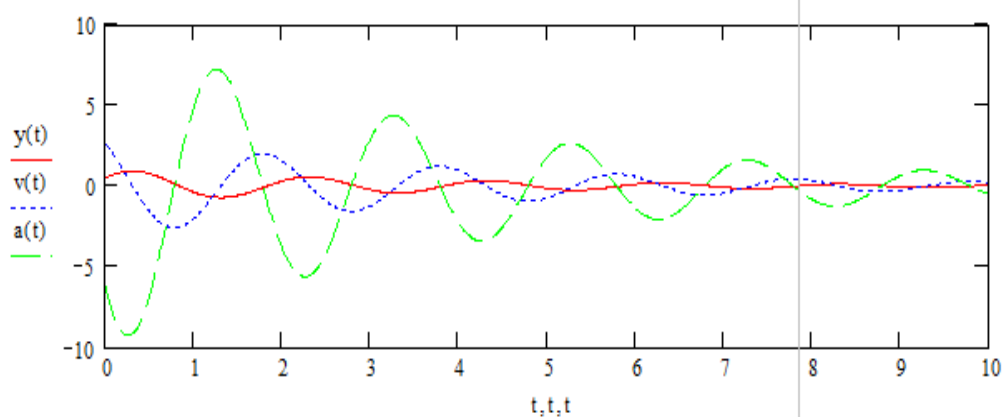
2. G'altakdagi o'zgaruvchan tok kuchining tebranishi $I = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ qonun bo'yicha o'zgarmoqda, tokning va kuchlanishning vaqtga bog'lanish grafigini chizing. Bu yerda $I_0 = 1 \text{ mA}, \omega = 40\pi \text{ rad / sek}, \varphi_0 = \pi/3 \text{ rad}$, g'altak induktivligi

3. $L = 2mGn$.

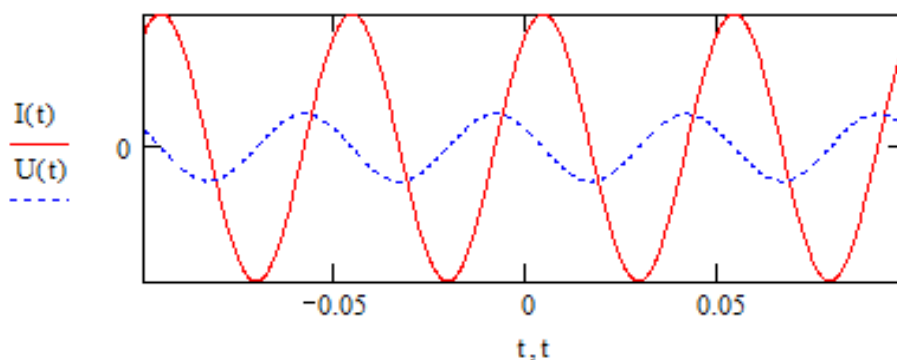
$$y(t) := e^{-0.25 \cdot t} \sin\left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$v(t) := \frac{d}{dt}y(t) \rightarrow -0.25 \cdot \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \sin\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) + \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \cos\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) \cdot \pi$$

$$a(t) := \frac{d}{dt}v(t) \rightarrow 6.25 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \sin\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) - .50 \cdot \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \cos\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) \cdot \pi - \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \sin\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) \cdot \pi^2$$



$$U(t) := L \cdot \frac{d}{dt} I(t) \rightarrow 8.00000000000000000000 \cdot 10^{-5} \text{ H} \cdot \cos\left(40 \cdot \pi \cdot t + \frac{1}{3} \cdot \pi\right) \cdot \pi$$



O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida yarimo'tkazgichli sensor asosida ishlab chiqilgan "YAO'A-As" gaz analizatorining analitik signali aseton konsentratsiyasiga nisbatan o'rganilgan 0–100 va 100–1000 mg/m³ diapazonlarda chiziqli xarakterga ega ekanligi aniqlandi. Analizatorning asosiy absolyut va keltirilgan xatoliklari belgilangan me'yoriy talablardan oshmasligi uning yetarli metrologik aniqlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar mazkur gaz analizatoridan inson nafasi hamda ishlab chiqarish chiqindi gazlaridagi aseton konsentratsiyasini tezkor nazorat qilishda foydalanish mumkinligini ko'rsatadi.

[6]. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’limi vazirligi tomonidan tasdiqlangan “Fizika” darsliklari va o‘quv qo‘llanmalari

SUPERKONDENSATORLARNING ISHLASH PRINSIPI VA ELEKTROD MATERIALLARIGA QO'YILADIGAN TALABLAR

Tojiboyeva Nazokat Muminjon qizi¹, Adizov Bobirjon Zamirovich,² Haqnazarova Muqaddam Berdimurot qizi²

¹ Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

² O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo institute Toshkent, O'zbekiston

e-mail: affection910901@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda superkondensatorlarning ishlash prinsipi, elektr energiyasini saqlash mexanizmlari, asosiy tarkibiy qismlari hamda elektrod materiallariga qo'yiladigan asosiy talablar nazariy jihatdan yoritilgan. Superkondensatorlarda energiya saqlanishi elektroximik qo'sh qavatli sig'im (EDLC) va psevdosig'im mexanizmlari orqali amalga oshishi, bunda elektrod–elektrolit chegarasida ionlarning elektrostatik adsorbsiyasi va qaytar oksidlanish-qaytarilish jarayonlari muhim ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatilgan. Superkondensatorning elektrod, elektrolit, separator va tok yig'uvchi kabi asosiy tarkibiy qismlarining qurilmaning elektrokimyoviy xususiyatlariga ta'siri tahlil qilingan. Elektrod materiallariga qo'yiladigan asosiy talablar, jumladan, yuqori solishtirma sirt maydoni, yetarli elektr o'tkazuvchanlik, yuqori elektrokimyoviy faollik, ionlarning samarali diffuziyalanishi, strukturaviy barqarorlik va uzoq muddatli siklik barqarorlik masalalari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, o'tish metallari oksidlari va ferritlarning superkondensator elektrodleri sifatidagi imkoniyatlari tahlil qilingan. Xususan, spinel tuzilishga ega kobalt ferrit (CoFe_2O_4) nanozarralarining elektrokimyoviy xususiyatlari, ularning psevdosig'im jarayonlaridagi ishtiroki va elektrod materiali sifatida qo'llash istiqbollari yoritilgan. CoFe_2O_4 asosidagi materiallarning xususiyatlari sintez usuli, prekursorlar nisbati va cho'ktiruvchi reagent kabi texnologik omillarga bog'liq ekanligi qayd etilgan. Mazkur tahlillar superkondensatorlar uchun elektrod materiallarini tanlash va ularning elektrokimyoviy xususiyatlarini yaxshilashda material tarkibi hamda tuzilishining muhimligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: superkondensator, elektroximik qo'sh qavatli sig'im (EDLC), energiya saqlash, elektrod materiali, elektr qo'sh qavatli sig'im, psevdosig'im.

Аннотация. В данной тезисной работе теоретически рассмотрены принцип работы суперконденсаторов, механизмы хранения электрической энергии, основные компоненты, а также основные требования, предъявляемые к электродным материалам. Показано, что хранение энергии в суперконденсаторах осуществляется посредством механизмов электрохимической двойнослойной ёмкости (EDLC) и псевдоёмкости, при этом важную роль играют электростатическая адсорбция ионов и обратимые окислительно-восстановительные процессы на границе раздела электрод–электролит. Проанализировано влияние основных компонентов суперконденсатора, таких как электрод, электролит, сепаратор и токосъёмник, на электрохимические характеристики устройства. Рассмотрены основные требования к электродным материалам, включая высокую удельную площадь поверхности, достаточную электропроводность, высокую электрохимическую активность, эффективную диффузию ионов, структурную стабильность и длительную циклическую стабильность. Также проанализированы возможности применения оксидов переходных металлов и ферритов в качестве электродов суперконденсаторов. В частности,

рассмотрены электрохимические свойства наночастиц кобальтового феррита (CoFe_2O_4) со шпинельной структурой, их участие в псевдоёмкостных процессах и перспективы применения в качестве электродного материала. Отмечено, что свойства материалов на основе CoFe_2O_4 зависят от метода синтеза, соотношения прекурсоров и осаждающего реагента. Проведённый анализ показывает важность состава и структуры материала при выборе электродных материалов для суперконденсаторов и улучшении их электрохимических характеристик.

Ключевые слова: суперконденсатор, электрохимическая двойнослойная ёмкость (EDLC), хранение энергии, электродный материал, электрическая двойнослойная ёмкость, псевдоёмкость.

Abstract. This thesis theoretically examines the operating principle of supercapacitors, mechanisms of electrical energy storage, their main components, and the key requirements for electrode materials. It is shown that energy storage in supercapacitors occurs through electrochemical double-layer capacitance (EDLC) and pseudocapacitance mechanisms, in which electrostatic ion adsorption and reversible redox processes at the electrode–electrolyte interface play an important role]. The effects of the main components of a supercapacitor, including the electrode, electrolyte, separator, and current collector, on the electrochemical characteristics of the device are analyzed. The key requirements for electrode materials, including high specific surface area, sufficient electrical conductivity, high electrochemical activity, efficient ion diffusion, structural stability, and long-term cycling stability, are considered. In addition, the potential of transition metal oxides and ferrites as electrode materials for supercapacitors is analyzed. In particular, the electrochemical properties of spinel-structured cobalt ferrite (CoFe_2O_4) nanoparticles, their involvement in pseudocapacitive processes, and their prospects for use as electrode materials are discussed. It is noted that the properties of CoFe_2O_4 -based materials depend on the synthesis method, precursor ratio, and precipitating agent. These analyses demonstrate the importance of material composition and structure in the selection of electrode materials for supercapacitors and in improving their electrochemical characteristics.

Keywords: supercapacitor, electrochemical double-layer capacitance (EDLC), energy storage, electrode material, electrical double-layer capacitance, pseudocapacitance.

KIRISH

Bugungi kunda elektr energiyasini samarali saqlash, qisqa vaqt ichida katta quvvatni uzatish va energiya tizimlarining barqarorligini ta'minlash zamonaviy energetikaning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, quyosh va shamol kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ulushi ortib borishi elektr energiyasini saqlash va zarur vaqtda tezkor yetkazib berishga qodir bo'lgan texnologiyalarni rivojlantirishni talab etmoqda. O'zbekistonda ham qayta tiklanuvchi energetika va energiyani saqlash infratuzilmasini rivojlantirishga katta e'tibor qaratilmoqda. Xususan, 2024-yilda Farg'ona va Andijon hududlarida jami 300 MW quvvatli energiya saqlash tizimlari ishga tushirilgan, 2025-yilda esa mamlakat bo'yicha umumiy quvvati 1245 MW bo'lgan 10 ta energiya saqlash tizimi joriy etilgan. 2030-yilgacha energiya saqlash tizimlarining umumiy quvvatini 4,5 GW ga yetkazish rejalashtirilgani ushbu yo'nalishning mamlakat energetikasi uchun strategik ahamiyatini ko'rsatadi. Bunday sharoitda yuqori quvvat zichligi, tez zaryadlanish va zaryadsizlanish jarayonlari hamda uzoq siklik barqarorlikni ta'minlaydigan elektrokimyoviy energiya saqlash qurilmalarini takomillashtirish

dolzarb masalalardan biridir. Superkondensatorlar yuqori quvvat zichligi, tezkor zaryadlanish va zaryadsizlanish imkoniyati hamda uzoq xizmat muddati bilan energiya saqlash qurilmalari orasida muhim o‘rin egallaydi. Ularning elektrokimyoviy xususiyatlari, avvalo, elektrod materialining tarkibi, tuzilishi, solishtirma sirt maydoni, elektr o‘tkazuvchanligi va elektrolit ionlarining elektrod yuzasiga kirib borish imkoniyatlariga bog‘liq.

Superkondensatorlarda energiyani saqlash mexanizmi elektr qo‘sh qavatli sig‘im va psevdosig‘im jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, elektrod materialining elektrokimyoviy faolligi mazkur jarayonlarning samaradorligini belgilaydi. Shu sababli uglerodli materiallar bilan bir qatorda o‘tish metallari oksidlari, gidroksidlari va ferrit asosidagi nanomateriallardan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar kengayib bormoqda. Nanostrukturali elektrod materiallaridan foydalanish solishtirma sirt maydonini oshirish, ionlarning diffuziya jarayonlarini yaxshilash va zaryad almashinuvi jarayonlarini jadallashtirish imkonini beradi. O‘tish metallari asosidagi ferritlar, xususan, kobalt ferrit (CoFe_2O_4) nanozarralari yuqori kimyoviy barqarorligi va elektrokimyoviy faolligi tufayli superkondensator elektrodleri uchun istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi. CoFe_2O_4 ning spinel kristall tuzilishi hamda kobalt va temir ionlarining turli oksidlanish darajalarida ishtirok etishi uning elektrokimyoviy jarayonlarda qo‘llanish imkoniyatlarini kengaytiradi [1]. Shu bilan birga, CoFe_2O_4 asosidagi materiallarning elektrokimyoviy xossalari ularning zarracha o‘lchami, morfologiyasi, kristallik darajasi va sintez sharoitlariga bevosita bog‘liq.

Shu nuqtai nazardan, superkondensatorlarning ishlash prinsipini, elektrod materiallariga qo‘yiladigan asosiy talablarni hamda ferrit asosidagi nanomateriallarning ushbu qurilmalardagi istiqbollarni nazariy jihatdan tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Mazkur yondashuv kobalt ferrit (CoFe_2O_4) nanozarralarini turli prekursor nisbatlarida ko-presipitatsiya usulida sintez qilish va ularning superkondensator elektrodleri uchun qo‘llash imkoniyatlarini ilmiy asoslash uchun nazariy zamin yaratadi.

SUPERKONDENSATORLARNING ISHLASH MEXANIZMI

Superkondensatorlar elektr energiyasini yuqori quvvat zichligi bilan saqlash va qisqa vaqt davomida zaryadlash hamda zaryadsizlantirish imkonini beruvchi elektrokimyoviy energiya saqlash qurilmalaridan biridir. Ularning ishlash mexanizmi elektrod materialining tabiati, elektrolitning xususiyatlari va elektrod–elektrolit chegarasida sodir bo‘ladigan zaryad yig‘ilish jarayonlari bilan belgilanadi. Superkondensatorlarda energiya saqlanishi asosan elektr qo‘sh qavatli sig‘im (EDLC) va psevdosig‘im mexanizmlari orqali amalga oshadi.

Elektr qo‘sh qavatli sig‘im mexanizmida energiya elektrod yuzasida zaryadlangan ionlarning elektrostatik tarzda joylashishi natijasida saqlanadi. Elektrodga tashqi kuchlanish berilganda elektrolit tarkibidagi qarama-qarshi zaryadlangan ionlar elektrod yuzasiga yo‘naladi va elektrod–elektrolit chegarasida elektr qo‘sh qavat hosil qiladi. Ushbu jarayon davomida elektrod materialida sezilarli kimyoviy o‘zgarish sodir bo‘lmaydi. Shuning uchun elektrodning yuqori solishtirma sirt maydoniga ega bo‘lishi ionlarning adsorbsiyalanishi uchun faol yuzani oshirib, sig‘im ko‘rsatkichining yaxshilanishiga xizmat qiladi [1].

Psevdosig‘im mexanizmida esa energiya faqat elektrostatik zaryad yig‘ilishi hisobiga emas, balki elektrod yuzasi yoki uning yaqin qatlamlarida qaytar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining sodir bo‘lishi orqali saqlanadi. O‘tish metallari asosidagi oksidlar va ferritlarda mavjud bo‘lgan faol markazlar bunday faradey jarayonlarida ishtirok etishi mumkin. Shu sababli bunday materiallar yuqori elektrokimyoviy faollikni namoyon etib, superkondensatorlarning sig‘im xususiyatlarini oshirish imkonini beradi [2]. Elektrod materialining tuzilishi superkondensatorning ishlash

samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Xususan, nanoo'lchamli materiallarda faol sirtning ortishi elektrolit ionlarining elektrod yuzasiga kirib borishini osonlashtiradi. Shu bilan birga, zarrachalarning o'lchami, morfologiyasi, kristall tuzilishi va elektrodning elektr o'tkazuvchanligi zaryad almashinuvi jarayonlarining samaradorligini belgilaydi. CoFe_2O_4 nanozarralari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda ularning tarkibi va sintez sharoitlari magnit hamda elektrokimyoviy xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan.

Superkondensatorning zaryadlanish jarayonida tashqi elektr manbai ta'sirida elektrodlar orasida potentsiallar farqi hosil bo'ladi. Elektrolitdagi ionlar qarama-qarshi zaryadlangan elektrodlar tomon harakatlanib, elektrod yuzasida zaryadlarning kompensatsiyalanishini ta'minlaydi. Zaryadsizlanish jarayonida esa ushbu jarayon teskari yo'nalishda kechadi va to'plangan energiya tashqi zanjirga uzatiladi. Psevdosig'imli materiallarda bunga qo'shimcha ravishda qaytar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari sodir bo'ladi. Superkondensatorlarning elektrokimyoviy samaradorligi elektrod materialining tarkibi va tuzilishi bilan bir qatorda, uning elektrolit bilan o'zaro ta'siriga ham bog'liq. Shu nuqtai nazardan, CoFe_2O_4 kabi spinel ferritlarning tarkibidagi kobalt va temir ionlarining mavjudligi ularning elektrokimyoviy jarayonlarda ishtirok etish imkoniyatini ta'minlaydi. CoFe_2O_4 asosidagi nanomateriallarning superkondensatorlarda qo'llanilishi ularning elektrokimyoviy faolligini oshirish hamda energiya saqlash xususiyatlarini yaxshilashga yo'naltirilgan[3].

Shuningdek, elektrod materialining sintez usuli uning yakuniy xossalarini belgilovchi muhim omillardan biridir. Kobalt ferrit nanozarralarini ko-presipitatsiya usulida olishda cho'ktiruvchi agentning tabiati va sintez sharoitlari hosil bo'ladigan materialning xossalariga ta'sir ko'rsatishi mumkin. NaOH va NH_4OH kabi cho'ktiruvchi agentlardan foydalanish kobalt ferrit nanozarralarining xususiyatlariga turlicha ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Demak, prekursorlarning nisbati, cho'ktirish sharoitlari va keyingi termik ishlov berish kabi omillar CoFe_2O_4 asosidagi elektrod materialining strukturaviy va elektrokimyoviy xususiyatlarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Umuman olganda, superkondensatorlarning ishlash mexanizmi elektrod–elektrolit chegarasida zaryadlarning yig'ilishi va qaytar elektrokimyoviy jarayonlarning kechishi bilan belgilanadi. Shu sababli yuqori solishtirma sirt maydoni, elektrokimyoviy faollik, barqaror kristall tuzilma va yetarli elektr o'tkazuvchanlikka ega nanostrukturali materiallarni yaratish superkondensatorlarning energetik ko'rsatkichlarini yaxshilashning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi [4].

SUPERKONDENSATORLARNING ASOSIY TARKIBIY QISMLARI

Superkondensatorning samarali ishlashi uning tarkibiy qismlarining o'zaro muvofiqligi va har bir komponentning funksional xususiyatlariga bog'liq. Superkondensatorning asosiy tarkibiy qismlarini elektrodlar, elektrolit, separator va tok yig'uvchi tashkil etadi. Mazkur komponentlarning tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari qurilmaning elektr sig'imi, energiya va quvvat ko'rsatkichlari hamda siklik barqarorligini belgilashda muhim ahamiyatga ega.

Elektrod superkondensatorning energiya saqlash jarayonida bevosita ishtirok etuvchi asosiy komponent hisoblanadi. Elektrod materialining kimyoviy tarkibi, kristall tuzilishi, morfologiyasi, solishtirma sirt maydoni va elektr o'tkazuvchanligi qurilmaning elektrokimyoviy ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Elektrod materiali elektrolit ionlari bilan samarali o'zaro ta'sirlasha olishi va takroriy zaryadlash-zaryadsizlantirish jarayonlarida o'zining strukturaviy barqarorligini saqlashi lozim. Shu sababli uglerodli materiallar, o'tish metallari oksidlari, gidroksidlari va ferritlar superkondensator elektrodleri uchun istiqbolli materiallar sifatida o'rganilmoqda [4].

Kobalt ferrit (CoFe_2O_4) nanozarralari ham elektrod materiali sifatida katta qiziqish uyg'otadi. CoFe_2O_4 ning spinel tuzilishi va tarkibidagi kobalt hamda temir ionlari uning elektrokimyoviy jarayonlarda ishtirok etishiga imkon beradi. CoFe_2O_4 asosidagi materiallarning xossalari ularning zarracha o'lchami, morfologiyasi va sintez sharoitlariga bog'liq bo'lib, ushbu omillar elektrodning yakuniy elektrokimyoviy xususiyatlarini belgilaydi [5]. Bundan tashqari, CoFe_2O_4 ni boshqa faol komponentlar, masalan, grafen yoki Co_3O_4 bilan birlashtirish orqali elektrodning elektrokimyoviy samaradorligini oshirish imkoniyatlari ham tadqiq etilgan.

Elektrolit superkondensatorda ionlarning harakatlanishini ta'minlovchi muhit bo'lib, elektrodlar orasida zaryad tashuvchilarning harakatini amalga oshiradi. Zaryadlash vaqtida elektrolit tarkibidagi ionlar qarama-qarshi zaryadlangan elektrodlar tomon harakatlanadi, zaryadsizlanish jarayonida esa ularning harakati teskari yo'nalishda kechadi. Elektrolitning ion o'tkazuvchanligi va elektrokimyoviy barqarorligi superkondensatorning ishlash samaradorligiga ta'sir qiluvchi muhim omillar hisoblanadi. Elektrolit va elektrod materialining o'zaro mosligi ionlarning elektrod yuzasiga yetib borishi hamda zaryad almashinuvi jarayonlarining samaradorligini belgilaydi.

Separator elektrodnlarni bir-biridan fizik jihatdan ajratib turuvchi, biroq elektrolit ionlarining harakatlanishiga imkon beruvchi komponentdir. Uning asosiy vazifasi ikki elektrodning bevosita elektr kontaktga kirishining oldini olish va qisqa tutashuvni bartaraf etishdan iborat. Shu bilan birga, separator elektrolitni o'zida ushlab turishi va ionlarning elektrodlar orasida erkin harakatlanishiga imkon berishi kerak. Shuning uchun separator materiali yetarli g'ovaklikka, elektrolit bilan yaxshi namlanish xususiyatiga va kimyoviy barqarorlikka ega bo'lishi talab etiladi.

Tok yig'uvchi esa elektrod materialida hosil bo'ladigan elektr zaryadini tashqi elektr zanjiriga uzatish vazifasini bajaradi. U elektrod materiali bilan yaxshi elektr kontakt hosil qilishi, past elektr qarshilikka ega bo'lishi hamda elektrolit muhitida yetarlicha kimyoviy barqaror bo'lishi lozim. Tok yig'uvchi va elektrod orasidagi kontakt sifati ichki qarshilikka va natijada superkondensatorning quvvat ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi.

Shunday qilib, superkondensatorning elektrod, elektrolit, separator va tok yig'uvchidan tashkil topgan yagona elektrokimyoviy tizim sifatidagi ishlashi uning umumiy samaradorligini belgilaydi. Ayniqsa, elektrod materialining tarkibi va strukturaviy xususiyatlari energiya saqlash jarayonining samaradorligida hal qiluvchi o'rin tutadi. Shu sababli yuqori elektrokimyoviy faollikka ega bo'lgan ferrit nanozarralarini, jumladan, CoFe_2O_4 ni elektrod materiali sifatida tadqiq etish superkondensatorlarning xususiyatlarini yaxshilashning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi [6].

Superkondensatorlarda qo'llaniladigan asosiy elektrod materiallari va ularning xususiyatlari:

1-jadval.

Elektrod materiali	Asosiy xususiyati	Afzalligi	Cheklovi
Faollashtirilgan uglerod	Yuqori sirt maydoni	Yuqori quvvat, yaxshi siklik barqarorlik	Psevdosig'im hissasi past
Grafen	Yuqori elektr o'tkazuvchanlik	Tez elektron va ion transporti	Tayyorlash murakkabligi
O'tish metallari oksidlari	Faradey reaksiyalari	Yuqori solishtirma sig'im	Siklik barqarorlik muammosi bo'lishi mumkin
Ferritlar	Elektrokimyoviy	Barqaror	Elektr

	faollik	oksidlanish – qaytarilish jarayonlari	o'tkazuvchanligi nisbatan past
CoFe_2O_4	Spinel tuzilma, redoks faollik	Superkondensator elektrodi uchun istiqbolli	O'tkazuvchanlikni yaxshilash talab qilinishi mumkin

XULOSA

Superkondensatorlar yuqori quvvat zichligi, tez zaryadlanish va zaryadsizlanish hamda uzoq siklik barqarorlik kabi xususiyatlari sababli zamonaviy energiya saqlash tizimlarida istiqbolli qurilmalardan biri hisoblanadi. Ularning elektrokimyoviy samaradorligi elektrod, elektrolit, separator va tok yig'uvchi kabi tarkibiy qismlarning o'zaro muvofiqligiga, ayniqsa elektrod materialining tarkibi va strukturaviy xususiyatlariga bevosita bog'liq. Tahlil qilingan adabiyotlar asosida o'tish metallari oksidlari va ferrit asosidagi nanomateriallar superkondensator elektrodleri uchun istiqbolli materiallar ekanligi aniqlandi. Xususan, CoFe_2O_4 nanozarralarining elektrokimyoviy faolligi, spinel tuzilishi va sintez sharoitlariga bog'liq xususiyatlari ularni energiya saqlash qurilmalarida qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi. CoFe_2O_4 asosidagi kompozit materiallarning ham yuqori elektrokimyoviy samaradorlikka ega bo'lishi mumkinligi ko'rsatilgan. Shu sababli CoFe_2O_4 nanozarralarini olish usuli va sintez parametrlarini boshqarish orqali ularning strukturaviy hamda elektrokimyoviy xususiyatlarini takomillashtirish superkondensator elektrodlerini yaratishda muhim ilmiy yo'nalish hisoblanadi. Mazkur jihatdan kobalt ferrit nanozarralarini ko-presipitatsiya usulida turli prekursorlar nisbatida sintez qilish ularning xossalarini o'rganish va superkondensator elektrodleri uchun maqbul materiallarni shakllantirish nuqtai nazaridan dolzarb hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Kennaz H., Harat A., Guellati O., Momodu D.Y., Barzegar F., Dangbegnon J.K., Manyala N., Guerioune M. Synthesis and Electrochemical Investigations of Spinel Cobalt Ferrite Magnetic Nanoparticles for Supercapacitor Applications // Journal of Solid State Electrochemistry. — 2018. — Jild. 22, № 3. — B. 835–847.
- [2]. Rajivgandhi C., Sivagurunathan P. Excellent Electrical and Supercapacitor Performance of Cadmium Cobalt Ferrite Nanoparticles Synthesized by Chemical Co-precipitation Method // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. — 2022. — Jild. 33. — B. 16791–16804.
- [3]. Lee C., Chang H., Jang H.D. Preparation of CoFe_2O_4 -Graphene Composites Using Aerosol Spray Pyrolysis for Supercapacitors Application // Aerosol and Air Quality Research. — 2019. — Jild. 19, № 3. — B. 443–448.
- [4]. Abd-Elbaky H.G., Abuelftooh A.M., Deghadi R.G., Mohamed S.G., Rashad M.M., Mohamed G.G. $\text{CoFe}_2\text{O}_4@\text{Co}_3\text{O}_4$ Synergistic Nanoarchitecture Composite for Enhanced Supercapacitor Performance // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. — 2025. — Jild. 36. — Art. 646.
- [5]. Jain R., Kumar S., Meena S.K. Precipitating Agent (NaOH and NH_4OH) Dependent Magnetic Properties of Cobalt Ferrite Nanoparticles // AIP Advances. — 2022. — Jild. 12, № 9. — Art. 095109.

[6]. Kumar N., Ansari M.R., Khaladkar S., Maurya O., Peta K.R., Kalekar A., Singh M.K., Dash J.K. NiFe₂O₄ Nanoparticles as Highly Efficient Catalysts for Oxygen Reduction Reaction and Energy Storage in Supercapacitors // Materials Chemistry and Physics. — 2024. — Jild. 316. — Art. 129072.

KO'P QATLAMLI MUHITDA O'ZGARUVCHAN NOCHIZIQLI JARAYONLARNI MATEMATIK MODELLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI

Shukurova Marhabo Eshonqulovna

Qarshi Davlat Texnika Universiteti, Qarshi 180100, O'zbekistan,

E-mail: shukurovamarhabo30@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan nochiziqli jarayonlarni matematik modellashtirish masalasi tadqiq etilgan. Modelni shakllantirishda qatlamlarning fizik parametrlarini fazo va vaqt bo'yicha o'zgarishi, nochiziqli bog'lanishlar hamda qatlamlararo dinamik ta'sir jarayonlari hisobga olingan. Har bir qatlam uchun differensial tenglamalar tizimi, boshlang'ich va chegaraviy shartlar asosida matematik qo'yilish ishlab chiqilgan. Sonli hisoblash natijalari qatlamlararo almashinuv jarayonning dinamikasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini hamda vaqt davomida tizimning muvozanat holatiga yaqinlashishini ko'rsatdi. Taklif etilgan yondashuv neft-gaz filtratsiyasi, gidrogeologik jarayonlar, issiqlik va massa almashinuvi kabi ko'p qatlamli tizimlarni tadqiq etishda qo'llanishi mumkin.

Kalit so'zlar: ko'p qatlamli muhit, matematik modellashtirish, nochiziqli jarayon, o'zgaruvchan parametr, qatlamlararo ta'sir, filtratsiya, sonli yechim, differensial tenglama.

Аннотация: В статье исследуется задача математического моделирования переменных нелинейных процессов в многослойной среде. При построении модели учитываются пространственно-временная изменчивость физических параметров слоев, нелинейные зависимости и динамическое взаимодействие между слоями. Разработана математическая постановка задачи на основе системы дифференциальных уравнений с соответствующими начальными и граничными условиями для каждого слоя. Результаты численных расчетов показали существенное влияние межслойного обмена на динамику процесса и постепенное приближение системы к равновесному состоянию. Предложенный подход может быть применен для исследования многослойных систем в задачах фильтрации нефти и газа, гидрогеологии, тепло- и массопереноса.

Ключевые слова: многослойная среда, математическое моделирование, нелинейный процесс, переменный параметр, межслойное взаимодействие, фильтрация, численное решение, дифференциальное уравнение.

Abstract: This paper investigates the mathematical modeling of variable nonlinear processes in multilayer media. The proposed model takes into account the spatial and temporal variability of physical parameters, nonlinear relationships, and dynamic interactions between adjacent layers. A mathematical formulation is developed for each layer based on a system of differential equations with appropriate initial and boundary conditions. Numerical results demonstrate that interlayer exchange has a significant influence on the dynamics of the process and leads to a gradual convergence of the

system toward an equilibrium state. The proposed approach can be applied to the investigation of multilayer systems in oil and gas filtration, hydrogeological processes, heat and mass transfer, and other related applications.

Keywords: *multilayer medium, mathematical modeling, nonlinear process, variable parameter, interlayer interaction, filtration, numerical solution, differential equation.*

KIRISH

Ko'p qatlamli muhitlarda kechadigan fizik, texnologik va tabiiy jarayonlar o'zgaruvchan parametrlar, qatlamlararo bog'lanish hamda nochiziqli munosabatlarning mavjudligi bilan tavsiflanadi. Bunday muhitlarda jarayonning rivojlanish qonuniyatlari har bir qatlamning fizik xususiyatlari, boshlang'ich holati va tashqi ta'sirlarning vaqt hamda fazo bo'yicha o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli an'anaviy bir qatlamli yoki doimiy parametrli modellar murakkab ko'p qatlamli tizimlarning dinamik xususiyatlarini to'liq ifodalashda cheklangan imkoniyatlarga ega. Mazkur holat ko'p qatlamli muhitlarda o'zgaruvchan nochiziqli jarayonlarni adekvat matematik modellashtirishning dolzarbligini belgilaydi.

Zamonaviy matematik modellashtirishda ko'p qatlamli muhitning har bir qatlami uchun alohida holat o'zgaruvchilarini kiritish, qatlamlararo almashinuvni hisobga olish va fizik parametrlarning fazo-vaqt bo'yicha o'zgarishini model tarkibiga kiritish muhim hisoblanadi. Bunda nochiziqli differensial tenglamalar tizimi, o'zgaruvchan koeffitsiyentlar, qatlamlararo bog'lanish hadlari hamda mos boshlang'ich va chegaraviy shartlardan foydalanish mumkin. Ayniqsa, muhitning geterogenligi, parametrlarning vaqt bo'yicha o'zgarishi va qatlamlar orasidagi o'zaro ta'sirni birgalikda hisobga olish jarayonlarning real holatga yaqin matematik modelini shakllantirish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi ko'p qatlamli muhitda kechadigan o'zgaruvchan nochiziqli jarayonlarning matematik modellarini takomillashtirish va ularni zamonaviy hisoblash yondashuvlari asosida tadqiq etishdan iborat. Tadqiqot doirasida qatlamlararo o'zaro ta'sir, o'zgaruvchan fizik parametrlar, nochiziqli bog'lanishlar va jarayonning dinamik xususiyatlarini hisobga oluvchi matematik modelni shakllantirishga e'tibor qaratiladi. Modelni sonli yechish va hisoblash tajribalari orqali jarayon parametrlarining vaqt va fazo bo'yicha o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash hamda taklif etilayotgan yondashuvning amaliy samaradorligini baholash ko'zda tutiladi.

ASOSIY QISM

Ko'p qatlamli muhitning matematik tavsifi. Ko'p qatlamli muhit bir-biridan fizik, geometrik yoki gidrodinamik xususiyatlari bilan farqlanuvchi bir nechta qatlamlardan tashkil topgan murakkab tizim sifatida qaraladi. Har bir qatlamda jarayonning tarqalish tezligi, o'tkazuvchanlik, zichlik, diffuziya koeffitsiyenti, issiqlik o'tkazuvchanligi yoki boshqa fizik parametrlar turlicha bo'lishi mumkin. Shu sababli butun muhitni yagona bir jinsli soha sifatida qarash jarayonning muhim xususiyatlarini yo'qotishga olib keladi. Matematik modelda har bir qatlam uchun alohida $u_i(x, t)$ holat funksiyasini kiritish va qatlam parametrlarini $i = 1, 2, \dots, N$ orqali ifodalash maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv muhitning strukturaviy geterogenligini modelda bevosita aks ettirish imkonini beradi.

Nochiziqli jarayonlarning xususiyatlari. Nochiziqlilik jarayonning kirish va chiqish parametrlarining oddiy proporsional bog'lanishga ega emasligi bilan tavsiflanadi. Masalan, muhitdagi oqim tezligi bosim gradientiga, diffuziya koeffitsiyenti esa konsentratsiya yoki haroratga

bog'liq bo'lishi mumkin. Umumiy holda jarayonni $F(u, \nabla u, x, t)$ noxiziqli funktsiya orqali ifodalash mumkin. Bunday modellar uchun superpozitsiya prinsipi odatda o'rinli bo'lmaydi va parametrlarning kichik o'zgarishi ham tizimning umumiy holatiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli noxiziqli hadlarni matematik modelga to'g'ri kiritish jarayonning barqarorligi va rivojlanish qonuniyatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

O'zgaruvchan parametrlarning modeldagi o'rni. Ko'p qatlamli muhitda fizik parametrlarni doimiy deb qabul qilish har doim ham real jarayonni yetarlicha aniq ifodalamaydi. Masalan, o'tkazuvchanlik k_i , diffuziya koeffitsiyenti D_i , zichlik ρ_i yoki jarayon tezligi v_i fazo va vaqtga bog'liq bo'lishi mumkin. Bunday holatda ular $k_i = k_i(x, t)$, $D_i = D_i(x, t)$ kabi funktsiyalar ko'rinishida ifodalanadi. Parametrlarning o'zgaruvchanligi tashqi ta'sirlar, muhitning fizik holati yoki jarayonning o'zidan kelib chiqadigan teskari bog'lanishlar bilan izohlanishi mumkin. Matematik modelga bunday parametrlarni kiritish tizimning real dinamikasini aniqroq ifodalash imkonini beradi.

Qatlamlararo ta'sir mexanizmi. Ko'p qatlamli tizimning asosiy xususiyatlaridan biri qo'shni qatlamlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirdir. Agar u_i va u_{i+1} mos ravishda ikki qo'shni qatlamdagi jarayon holatini ifodalasa, qatlamlararo almashinuvni $Q_{i,i+1}$ orqali ifodalash mumkin. Sodda holda bu had $Q_{i,i+1} = \beta_i(u_{i+1} - u_i)$ ko'rinishida berilishi mumkin, bunda β_i - qatlamlararo bog'lanish koeffitsiyenti. Ushbu had bir qatlamdagi jarayonning qo'shni qatlamga ta'sirini matematik jihatdan ifodalaydi. Bog'lanish koeffitsiyentining o'zgarishi qatlamlar o'rtasidagi almashinuv intensivligining ham o'zgarishini hisobga olish imkonini beradi.

Umumiy matematik model. Yuqoridagi xususiyatlarni hisobga olgan holda ko'p qatlamli muhitdagi o'zgaruvchan noxiziqli jarayonni umumiy holda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \nabla \cdot (k_i(x, t, u_i) \nabla u_i) + F_i(x, t, u_i, \nabla u_i) + Q_{i,i-1} - Q_{i,i+1},$$

$$i = 1, 2, \dots, N.$$

Bu yerda $u_i(x, t)$ - i - qatlamdagi jarayon holati, $k_i(x, t, u_i)$ - o'zgaruvchan va noxiziqli transport koeffitsiyenti, F_i - ichki noxiziqli jarayonlarni ifodalovchi funktsiya, $Q_{i,i-1}$ va $Q_{i,i+1}$ esa qo'shni qatlamlar bilan almashinuvni bildiradi. Ushbu model ko'p qatlamlilik, noxiziqlilik, parametrlarning o'zgaruvchanligi va qatlamlararo bog'lanishni yagona matematik tizimda birlashtirish imkonini beradi.

Model parametrlarining fizik ma'nosi. Modelda k_i , D_i , β_i kabi parametrlarning qiymatlari har bir qatlamning individual xususiyatlarini belgilaydi. Masalan, k_i qiymatining katta bo'lishi tegishli qatlamda jarayonning tarqalishi yoki oqim o'tish imkoniyatining yuqoriligini bildiradi. β_i ning ortishi esa qatlamlararo o'zaro ta'sirning kuchayishini anglatadi. Shu sababli parametrlarni to'g'ri aniqlash matematik modelning ishonchliligi uchun asosiy shartlardan biridir.

Boshlang'ich va chegaraviy shartlar. Modelning yagona yechimini olish uchun differensial tenglamalar tizimiga boshlang'ich va chegaraviy shartlar beriladi. Boshlang'ich holat umumiy holda $u_i(x, 0) = u_{i,0}(x)$ ko'rinishida aniqlanadi. Tashqi chegaralarda esa Dirixle, Neyman yoki Robin tipidagi shartlardan foydalanish mumkin. Qatlamlar chegarasida esa holat funktsiyasining uzluksizligi va oqimlarning muvofiqligi kabi shartlarni hisobga olish muhimdir. Bu shartlar qatlamlararo fizik jarayonlarning matematik jihatdan to'g'ri ifodalanishini ta'minlaydi.

Zamonaviy hisoblash yondashuvlari. Bunday nochiqli va o'zgaruvchan parametrli modellar ko'pincha analitik usulda yopiq ko'rinishda yechimga ega bo'lmaydi. Shu sababli chekli ayirmalar, chekli elementlar yoki chekli hajmlar usullaridan foydalanish mumkin. Vaqt bo'yicha diskretlashtirishda implicit sxemalardan foydalanish hisoblash barqarorligini oshirish imkonini beradi. Nocchiqli algebraik tenglamalar tizimini yechishda Nyuton–Rafson usuli, iteratsion usullar yoki boshqa sonli algoritmlar qo'llanishi mumkin. Natijada jarayonning vaqt va fazo bo'yicha rivojlanishini hisoblash tajribalari asosida tahlil qilish imkoniyati yaratiladi.

Modelning amaliy ahamiyati. Taklif etilayotgan yondashuv ko'p qatlamli va geterogen muhitlarda kechadigan murakkab jarayonlarni prognozlash hamda boshqarish uchun qo'llanishi mumkin. Xususan, neft-gaz qatlamlaridagi filtratsiya, issiqlik va massa almashinuvi, ekologik muhitdagi moddalarning tarqalishi hamda boshqa ko'p komponentli jarayonlarni modellashtirishda ushbu yondashuvdan foydalanish mumkin. Modelning asosiy afzalligi shundaki, u muhitning qatlamli tuzilishi, parametrlarning vaqt-fazo bo'yicha o'zgarishi, nochiqli bog'lanishlar va qatlamlararo ta'sirni birgalikda hisobga olish imkonini beradi.

MATEMATIK QO'YILISHI

Ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan nochiqli jarayonni modellashtirish uchun muhit N ta qatlamdan tashkil topgan deb qaraymiz. Har bir i - qatlam uchun $u_i(x, t)$ - jarayonning asosiy holat funksiyasi bo'lsin. Bu funksiya fizik mazmunga qarab bosim, harorat, konsentratsiya, to'yinish darajasi yoki boshqa parametrlarni ifodalashi mumkin. Qatlamlarning fizik xususiyatlari bir-biridan farq qilishi sababli transport koeffitsiyenti k_i doimiy emas, balki fazo, vaqt va jarayon holatiga bog'liq funksiya sifatida olinadi:

$$k_i = k_i(x, t, u_i), \quad i = 1, 2, \dots, N$$

Bunda ko'p qatlamli muhitning geterogenligi k_i ning qatlamlar bo'yicha farqlanishi, o'zgaruvchanligi esa uning x va t ga bog'liqligi orqali ifodalanadi.

Har bir qatlamdagi jarayon uchun umumiy balans tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \nabla \cdot [k_i(x, t, u_i) \nabla u_i] + F_i(x, t, u_i, \nabla u_i) + Q_i, \quad i = 1, \dots, N.$$

Bu yerda:

$u_i(x, t)$ - i - qatlamdagi jarayonning holat funksiyasi;

$k_i(x, t, u_i)$ - o'zgaruvchan transport yoki diffuziya koeffitsiyenti;

$F_i(x, t, u_i, \nabla u_i)$ - jarayonning ichki nochiqli hadlari;

Q_i - qatlamlararo almashinuvni ifodalovchi had;

x - fazoviy koordinata;

t - vaqt.

Mazkur tenglamaning asosiy afzalligi shundaki, uchta muhim omil bir vaqtning o'zida modelga kiritiladi: muhitning ko'p qatlamli tuzilishi, parametrlarning o'zgaruvchanligi va jarayonning nochiqli tabiati.

Ko'p qatlamli muhitning muhim xususiyati qo'shni qatlamlarning bir-biriga ta'siridir. Buni quyidagi almashinuv modeli orqali ifodalash mumkin:

$$Q_i = \beta_{i-1}(u_{i-1} - u_i) + \beta_i(u_{i+1} - u_i),$$

bu yerda $\beta_i - 1$ va $i + 1$ qatlamlar orasidagi o'zaro ta'sir koeffitsiyenti.

Shunda asosiy tenglama:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \nabla \cdot [k_i(x, t, u_i) \nabla u_i] + F_i(x, t, u_i, \nabla u_i) + \beta_{i-1}(u_{i-1} - u_i) + \beta_i(u_{i+1} - u_i).$$

Ushbu ifoda qatlamlararo jarayonning fizik mohiyatini aniqroq ifodalaydi. Agar $u_{i+1} > u_i$ bo'lsa, almashinuv $i + 1$ - qatlamdan i - qatlam tomon yo'naladi; aksincha, $u_i > u_{i+1}$ bo'lganda oqim teskari yo'naladi. Demak, qatlamlararo ta'sir oddiy qo'shimcha had emas, balki tizimning umumiy dinamikasini shakllantiruvchi muhim mexanizmdir.

Jarayonning nochiziqligini yanada aniq ifodalash uchun transport koeffitsiyentini quyidagicha berish mumkin:

$$k_i(x, t, u_i) = k_{i0}(x, t)(1 + \alpha_i u_i^{m_i}),$$

bu yerda $k_{i0}(x, t)$ - bazaviy o'zgaruvchan koeffitsiyent, α_i - nochiziqlilik parametri, m_i - nochiziqli daraja.

Bunda $m_i = 1$ bo'lganda bog'lanish nisbatan sodda ko'rinishga ega bo'ladi, $m_i \neq 1$ bo'lganda esa jarayonning kuchliroq nochiziqli xususiyatlari yuzaga keladi. Shunday qilib, model parametrlarining o'zgarishi orqali turli fizik holatlarni matematik tajriba yordamida tadqiq qilish mumkin.

Modelning boshlang'ich holatini aniqlash uchun barcha qatlamlarda:

$$u_i(x, 0) = u_{i0}(x), \quad i = 1, 2, \dots, N$$

shart beriladi.

Bu yerda $u_{i0}(x)$ - i - qatlamdagi jarayonning boshlang'ich taqsimoti. Boshlang'ich shartning to'g'ri tanlanishi modelning keyingi vaqt oralig'idagi dinamikasini belgilaydi. Agar qatlamlarda boshlang'ich qiymatlar turlicha bo'lsa, bu holat qatlamlararo almashinuv jarayonining dastlabki bosqichda kuchayishga olib kelishi mumkin.

Model uchun Dirixle tipidagi chegaraviy shartni:

$$u_i(x, t)|_{\Gamma_D} = g_i(x, t)$$

ko'rinishida berish mumkin. Bu shart chegaradagi jarayon qiymatining oldindan ma'lum ekanligini bildiradi.

Neyman tipidagi shart esa:

$$k_i(x, t, u_i) \frac{\partial u_i}{\partial n} \Big|_{\Gamma_N} = q_i(x, t)$$

ko'rinishida yoziladi. Bu yerda n - tashqi normal yo'nalish, $q_i(x, t)$ esa chegaradan o'tuvchi oqimni ifodalaydi.

O'zgaruvchan tashqi muhitni hisobga olish uchun Robin tipidagi chegaraviy shartdan foydalanish ayniqsa maqsadga muvofiq:

$$-k_i(x, t, u_i) \frac{\partial u_i}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = h(x, t)(u_i - u_i^*).$$

Bu yerda $h(x, t)$ - almashinuv koeffitsiyenti, u_i^* - tashqi muhitning berilgan holati. Robin sharti ichki jarayon bilan tashqi muhit o'rtasidagi o'zaro ta'sirni ifodalagani uchun ko'p qatlamli tizimlarning real sharoitlarini modellashtirishda qulaydir.

Ikki qo'shni qatlam chegarasida jarayonning uzluksizligi:

$$u_i \Big|_{\Gamma_{i,i+1}} = u_{i+1} \Big|_{\Gamma_{i,i+1}}$$

va oqimning muvozanati:

$$k_i \frac{\partial u_i}{\partial n} = k_{i+1} \frac{\partial u_{i+1}}{\partial n}$$

shartlari bilan ifodalanishi mumkin.

Ushbu shartlar fizik nuqtai nazardan juda muhim: qatlamlar tutashgan chegarada jarayonning uzluksizligi saqlanishi va bir qatlamdan chiqayotgan oqim ikkinchi qatlamga mos ravishda uzatilishi kerak. Shu orqali matematik modelda qatlamlar o'rtasidagi fizik bog'lanish ta'minlanadi.

Shunday qilib, matematik qo'yilish ko'p qatlamli muhitning geterogenligi, parametrlarning fazo-vaqt bo'yicha o'zgarishi, noxiziqli jarayonlar, qatlamlararo almashinuv va tashqi muhit bilan chegaraviy ta'sirni yagona modelga birlashtiradi.

Taklif etilgan modelni turli ko'p qatlamli tizimlarda qo'llash mumkin. Jumladan:

- neft-gaz qatlamlarida bosim, to'yinish va filtratsiya jarayonlarini modellashtirish;
- gidrogeologik muhitda yer osti suvlarining qatlamlar bo'yicha tarqalishini baholash;
- issiqlik almashinuvi jarayonlarida qatlamlarning turli issiqlik o'tkazuvchanligini hisobga olish;
- ekologik masalalarda ifloslantiruvchi moddalarning ko'p qatlamli muhitda tarqalishini aniqlash;
- kompozit materiallarda issiqlik yoki massa ko'chishini modellashtirish;
- geologik muhitlarda qatlamlararo modda almashinuvi va parametrlarning vaqt bo'yicha o'zgarishini tadqiq qilish.

Shunday qilib, modelning asosiy afzalligi bitta qatlam uchun emas, balki o'zaro bog'langan bir nechta qatlamlarda jarayonning umumiy dinamikasini ifodalash imkoniyatidadir.

NATIJALAR TAHLILI

Hisoblash natijalari uchta asosiy qonuniyatni ko'rsatdi. Birinchidan, qatlamlararo almashinuv mavjud bo'lganda boshlang'ich qiymatlar orasidagi farq vaqt davomida kamayadi. Ikkinchidan, noxiziqli $k_i(x, t, u_i)$ koeffitsienti jarayon tezligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Uchinchidan, qatlamlarning fizik parametrlari bir-biridan farq qilganda jarayon barcha qatlamlarda bir xil tezlikda rivojlanmaydi.

Modelning yana bir muhim jihati shundaki, β_i koeffitsientlarini o'zgartirish orqali qatlamlararo bog'lanish kuchini boshqarish mumkin. β_i katta bo'lganda qatlamlar tezroq muvozanatlashadi, kichik qiymatlarda esa har bir qatlam o'zining boshlang'ich holatini uzoqroq saqlaydi. Shu sababli β_i parametrini real obyektning tajribaviy ma'lumotlari asosida kalibrlash modelning amaliy aniqligini oshiradi.

Umuman olganda, hisoblash tajribasi taklif etilgan matematik model ko'p qatlamlilik, o'zgaruvchan parametrlar, noxiziqli bog'lanish va qatlamlararo ta'sirni birgalikda hisobga olish imkonini berishini ko'rsatdi. Model keyingi bosqichda chekli ayirmalar yoki chekli elementlar usuli asosida sonli algoritmgga aylantirilib, real geologik yoki texnologik ma'lumotlar bilan verifikatsiya

qilinishi mumkin. Bu esa tadqiqotning keyingi bosqichida prognozlash, parametrlarni identifikatsiya qilish va optimal boshqarish masalalarini yechish uchun matematik asos yaratadi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan nochiziqli jarayonlarni ifodalashda qatlamlararo ta'sir, fizik parametrlarning fazo va vaqt bo'yicha o'zgarishi hamda nochiziqli bog'lanishlarni birgalikda hisobga olish muhimligini ko'rsatdi. Taklif etilgan matematik model har bir qatlamdagi jarayon holatini alohida tavsiflash bilan birga, qatlamlar orasidagi modda yoki energiya almashinuvini ham hisobga olish imkonini beradi. Hisoblash natijalarida vaqt o'tishi bilan qatlamlar orasidagi farqning kamayishi va tizimning muvozanat holatiga yaqinlashishi kuzatildi.

Shuningdek, modelning o'zgaruvchan koeffitsientlar va nochiziqli hadlar bilan boyitilishi real ko'p qatlamli muhitdagi jarayonlarni aniqroq tavsiflash imkonini beradi. Olingan natijalar ushbu yondashuvni neft-gaz filtratsiyasi, gidrogeologik jarayonlar, issiqlik va massa almashinuvi kabi amaliy masalalarda qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Kelgusida modelni real tajribaviy ma'lumotlar asosida kalibrlash, sonli yechim aniqligini oshirish hamda prognozlash va optimal boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish tadqiqotning muhim yo'nalishlari hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Vecherkovskaya A., Poperezhnyak S. Mathematical modeling of the process of fluid filtration through a multi-layer filtering element // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2017. – Vol. 4, No. 3(36). – P. 9–13. DOI: 10.15587/2312-8372.2017.109309.

[2] Shadmanova K., Adizova F. Mathematical modeling of groundwater filtration processes in heterogeneous multilayer porous media under external factors // *InterConf*. – 2026.

[3] Sadikov R., Mahmudova M., Ne'matov A.R., Nazirov A., Baxriddinov A. Neft qatlam o'tkazuvchanlik parametrining bosimga bog'liq o'zgarishi filtratsiya jarayonining matematik modeli va sonli yechish usuli // *TATU xabarлари*. – OAK. – 2025.

[4] Shukurova M., Abdurakhmanova E., Usarkulova F., Botirov M. Mathematical modeling of transient groundwater filtration in multilayered media with a low-permeability barrier // *Journal Engineer*. – 2025.

[5] Nazirova E., Mahmudova M., Eshqarayeva N., Xujamurotova M. Ikki qatlamli o'zaro dinamik bog'langan gaz konlari filtratsiya jarayonini matematik modellashtirish // *Development of Science*. – OAK. – 2025.

[6] Shukurova M., Yuldoshev N., Abdurakhmanova E., Usarkulova F., Botirov M., Murodov E. The importance and role of mathematical modeling in the study and prediction of hydrodynamic parameters of filtration processes in gas fields // *Innovative: International Multi-disciplinary Journal of Applied Technology*. – 2025.

[7] Nazirova E., Eshqarayeva N., Xujamurotova M. G'ovak muhitda gaz va neftni filtrlash jarayoni masalalarini yechish va algoritmlarini tahlil qilish // *QarDU xabarлари*. – OAK. – 2025.

ZnS–CdS BINAR KLASTERLI NANOKOMPOZITLARNING (Si ASOSIDA) ELEKTRON-OPTIK XOSSALARINI DFT, GW VA BETHE–SALPETER YONDASHUVLARI ASOSIDA NAZARIY MODELLASHTIRISH

Abdukarimova Z.

Nizomiy nomidagi O‘zbekiston milliy pedagogika universiteti , magistr

Email:abdukarimovazarina143@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada kremniy (Si) asosida shakllantirilgan ZnS–CdS yarimo‘tkazgichli nanoklasterli kompozitlarning strukturaviy xususiyatlari va optoelektronik qurilmalarda qo‘llanilish istiqbollari tahlil qilinadi. ZnS va CdS birikmalarining kubik (zinc-blende) hamda geksagonal (wurtzite) kristall tuzilmalarga ega bo‘lishi ularning o‘zaro geterostrukturalar hosil qilish imkoniyatini belgilaydi. Kristall panjara parametrlarining nisbatan yaqinligi muayyan sharoitlarda strukturaviy nuqsonlari kam bo‘lgan nanoklasterlarni shakllantirish uchun qulay omil hisoblanadi. Kremniy taglikda ZnS–CdS kompozitlarini hosil qilish yarimo‘tkazgich geteroo‘tishlarining optik xususiyatlarini zamonaviy kremniy texnologiyalari bilan integratsiyalash imkonini beradi. Mazkur kompozitlar yorug‘lik diodlari, fotodetektorlar, quyosh elementlari va lyuminessent markerlar uchun istiqbolli funksional materiallar sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: ZnS–CdS, kremniy, yarimo‘tkazgich, nanoklaster, nanokompozit, geterostruktura, kristall panjara, optoelektronika, fotonika, lyuminessensiya.

Аннотация. В статье рассматриваются структурные особенности и перспективы применения полупроводниковых нанокластерных композитов ZnS–CdS, сформированных на кремниевой (Si) подложке, в оптоэлектронных устройствах. Наличие у соединений ZnS и CdS кубической (zinc-blende) и гексагональной (wurtzite) кристаллических структур определяет возможность формирования на их основе гетероструктур. Относительная близость параметров кристаллических решёток при определённых условиях способствует формированию нанокластеров с низкой концентрацией структурных дефектов. Создание композитов ZnS–CdS на кремниевой подложке позволяет интегрировать специфические оптические свойства полупроводниковых гетеропереходов с современными кремниевыми технологиями. Рассматриваемые композиты представляют интерес в качестве перспективных функциональных материалов для создания светодиодов, фотодетекторов, солнечных элементов и люминесцентных маркеров.

Ключевые слова: ZnS–CdS, кремний, полупроводник, нанокластер, нанокomпозит, гетероструктура, кристаллическая решётка, оптоэлектроника, фотоника, люминесценция

Abstract. This article examines the structural characteristics and potential applications of ZnS–CdS semiconductor nanocluster composites formed on silicon (Si) substrates in optoelectronic devices. The ability of ZnS and CdS compounds to crystallize in cubic (zinc-blende) and hexagonal (wurtzite) structures provides opportunities for the formation of semiconductor heterostructures. The relatively similar crystal lattice parameters may facilitate the formation of nanoclusters with a low density of structural defects under appropriate growth conditions. The fabrication of ZnS–CdS composites on silicon substrates enables the integration of the distinctive optical properties of semiconductor heterojunctions with well-established silicon-based technologies. These composites

are considered promising functional materials for advanced optoelectronic and photonic applications, including light-emitting diodes, photodetectors, solar cells, and luminescent markers.

Keywords: ZnS–CdS, silicon, semiconductor, nanocluster, nanocomposite, heterostructure, crystal lattice, optoelectronics, photonics, luminescence.

KIRISH

Yarimoʻtkazgichli nanoklasterli kompozitlar zamonaviy optoelektronika va fotonika qurilmalari — yorugʻlik diodlari, fotodetektorlar, quyosh elementlari va lyuminessent markerlar — yaratishning istiqbolli materiallar sinfini tashkil etadi. Ularning orasida ZnS–CdS binar klasterli tizimlar alohida oʻrin egallaydi, chunki ikkala komponent ham kubik (zinc-blende) yoki geksagonal (wurtzite) kristall panjaraga ega boʻlib, ular orasidagi panjara parametrlari farqi shundaki, nisbatan kichik, bu esa yaxlit, defektlari kam boʻlgan geteroepitaksial klasterlar hosil qilish imkonini beradi. Kremniy (Si) asosiga oʻstirilgan ZnS–CdS klasterli kompozitlar kremniyning yaxshi rivojlangan texnologik platformasi bilan yarimoʻtkazgich-yarimoʻtkazgich geteroperoxodlarining oʻziga xos optik xususiyatlarini birlashtirish imkonini beradi.

Bunday tizimlarning elektron-optik xossalarini — taqiqlangan zona kengligini, eksiton bogʻlanish energiyasini, yutilish va lyuminessensiya spektrlarini — nazariy jihatdan aniq bashorat qilishni va boshqarish masalasi hozirgi kunda dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu tezisda ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini zichlik funksionali nazariyasi (DFT), koʻp zarrachali GW yaqinlashuvi va Bethe–Salpeter tenglamasi (BSE) asosida modellashtirishning nazariy asoslari koʻrib chiqiladi.

Tadqiqotning maqsadi — Si asosidagi ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron tuzilishi va optik xossalarini tavsiflashda zamonaviy koʻp bosqichli nazariy-hisoblash yondashuvi (DFT → GW → BSE) ning fizik asoslarini tizimlashtirish hamda klaster tarkibi (ZnS/CdS nisbati), oʻlchami va Si substrat bilan oʻzaro taʼsiri orqali taqiqlangan zona kengligi va eksiton spektrlarini maqsadli boshqarish mexanizmlarini nazariy asoslashdan iborat boʻladi.

Zichlik funksionali nazariyasi (DFT) — asosiy elektron tuzilishni hisoblash

Zichlik funksionali nazariyasi Xoxenberg–Kon teoremlariga asoslanib, koʻp elektronli tizimning toʻliq energiyasini elektron zichligi $n(r)$ ning yagona funksionali sifatida ifodalaydi, bu esa $3N$ oʻlchamli koʻp zarrachali toʻlqin funksiyasi muammosini uch oʻlchamli zichlik masalasiga keltirish imkonini beradi. Kon–Sham formalizmidagi oʻzaro taʼsirlashuvchi elektronlar tizimi effektiv bir zarrachali potensialda harakatlanuvchi fiktiv (yordamchi) elektronlar tizimi bilan almashtiriladi, va almashinuv-korrelyatsiya energiyasi taxminiy funksionallar (LDA, GGA, gibrid funksionallar kabi PBE0 yoki HSE06) yordamida hisob chiqiladi. ZnS–CdS klasterli kompozitlar uchun DFT hisoblari panjara parametrlarini optimallashtirish, klaster geometriyasini relaksatsiya qilish, holatlar zichligini (DOS) va zona strukturasini aniqlashning boshlangʻich bosqichi boʻlib xizmat qiladi.

Shu bilan birga, standart DFT yaqinlashuvlari (ayniqsa LDA/GGA) taqiqlangan zona kengligini sezilarli darajada kam bahoni beradi — bu “zona kengligi muammosi” deb nomlanadi va Kon–Sham xos qiymatlarining haqiqiy qoʻzgʻalish energiyalari bilan toʻgʻridan-toʻgʻri mos kelmasligidan kelib chiqadi. Shuning uchun aniq elektron-optik xossalarni olish uchun DFT natijalari koʻp zarrachali qoʻzgʻalish nazariyasi bilan toʻldiriladi.

GW yaqinlashuvi — kvazizarracha zona strukturasini. GW yaqinlashuvi Grin funksiyasi G va ekranlangan Kulon oʻzaro taʼsiri W asosida qurilgan koʻp zarrachali qoʻzgʻalish nazariyasining

birinchi tartibli yaqinlashuvi bo'lib, xos-energiya operatorini $\Sigma = iGW$ ko'rinishida ifodalaydi. Bu yondashuv Kon–Sham xos qiymatlariga kvazizarracha to'g'rilanishlarini kiritish orqali taqiqlangan zona kengligini DFT ga nisbatan ancha aniqroq bashorat qiladi, chunki u elektron-elektron o'zaro ta'sirining dinamik ekranlanishini hisobga olgan holda. ZnS va CdS kabi II–VI guruh yarimo'tkazgichlari uchun GW to'g'rilanishlari, odatda, eksperimental zona kengligi qiymatlariga DFT-LDA/GGA natijalariga nisbatan sezilarli yaqinlashishni ta'minlaydi. Binar ZnS–CdS klasterli kompozitlarda GW hisoblari, shuningdek, geteroperoxod chegarasidagi zona egilishi (band offset) va valent/o'tkazuvchanlik zonalarning nisbiy joylashuvini aniqlashda muhim o'rin egallaydi, bu esa elektron va kovaklarning fazoviy taqsimlanishini, demak, kompozitning fotoelektrik xossalarini bevosita belgilaydi.

Bethe–Salpeter tenglamasi — eksiton va optik xossalar

Optik yutilish va lyuminessensiya spektrlarini to'g'ri tavsiflash uchun elektron va kovak orasidagi Kulon o'zaro ta'sirini, ya'ni eksiton effektlarini hisobga olish zarur, chunki nanoklaster o'lchamlarida kvant chegaralanishi tufayli eksiton bog'lanish energiyasi sezilarli darajada ortadi. Bethe–Salpeter tenglamasi GW asosida olingan kvazizarracha energiyalari va ekranlangan o'zaro ta'sirdan foydalangan holda ikki zarrachali (elektron-kovak) Grin funksiyasi uchun tenglamani yechadi, natijada eksiton bog'lanish energiyasi, optik zona kengligi (kvazizarracha zona kengligidan eksiton bog'lanish energiyasini ayirish orqali) va yutilish spektrining shakli aniq hisoblanadi. Shunday qilib, $DFT \rightarrow GW \rightarrow BSE$ ketma-ketligi ZnS–CdS klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini — taqiqlangan zona kengligidan tortib, eksiton spektrlarigacha — izchil va yuqori aniqlikda tavsiflashning nazariy zanjirini tashkil etadi.

Elektron-optik xossalarni boshqarish mexanizmlari

Yuqorida ko'rib chiqilgan nazariy apparat asosida ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini quyidagi asosiy mexanizmlar orqali maqsadli boshqarish mumkinligi asoslanadi:

1) Tarkibiy boshqarish — ZnS va CdS nisbatini o'zgartirish orqali (Vegard qonuniga muvofiq qattiq eritma taqiqlangan zona kengligi tarkibga chiziqli yoki bikvadratik bog'liqlikda o'zgaradi), bu GW hisoblarida to'g'ridan-to'g'ri kvazizarracha zona kengligining siljishi sifatida namoyon bo'ladi.

2) O'lchamli boshqarish — klaster o'lchami kamayishi bilan kvant chegaralanishi effekti kuchayadi, natijada taqiqlangan zona kengligi ortadi va BSE hisoblarida eksiton bog'lanish energiyasi sezilarli darajada ortishi kuzatiladi, chunki elektron va kovak to'liq funksiyalari fazoviy jihatdan bir-biriga yaqinlashadi.

3) Interfeys va deformatsiya ta'siri — Si substrat bilan panjara nomosligi natijasida yuzaga keladigan mexanik kuchlanish (strain) DFT darajasida panjara relaksatsiyasi orqali hisobga olinadi va bu, o'z navbatida, GW/BSE bosqichida zona strukturasi hamda eksiton energiyalarining qo'shimcha siljishiga olib keladi.

Ushbu uch mexanizmning o'zaro ta'sirini bir vaqtning o'zida DFT, GW va BSE darajalarida hisobga olish orqali ZnS–CdS/Si tizimining optik yutilish chekkasini va lyuminessensiya to'liq uzunligini maqsadli talab etilgan diapazonda sozlash mumkinligi nazariy jihatdan asoslab beradi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, Si asosidagi ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini boshqarishning izchil nazariy asosi uch bosqichli hisoblash sxemasidan iborat: DFT bosqichida atom tuzilishi va boshlang'ich elektron zichligi optimallashtiriladi va GW yaqinlashuvi

orqali kvazizarracha zona strukturasi va to'g'ri taqiqlangan zona kengligi aniqlashga imkon beradi, Bethe–Salpeter tenglamasi esa elektron-kovak o'zaro ta'sirini hisobga olib, real optik spektrlarni — eksiton bog'lanish energiyasi va yutilish chekkasini — bashorat qiladi. Tarkib, o'lcham va substrat bilan deformatsion o'zaro ta'sir orqali amalga oshiriladigan boshqarish mexanizmlari ushbu nazariy zanjir doirasida miqdoriy jihatdan baholanishi mumkin, bu esa kelgusida ZnS–CdS/Si tizimlari asosida optoelektron qurilmalarni loyihalashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Hohenberg P., Kohn W. Inhomogeneous Electron Gas // Phys. Rev. — 1964. — Vol. 136. — P. B864–B871.
2. Kohn W., Sham L.J. Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects // Phys. Rev. — 1965. — Vol. 140. — P. A1133–A1138.
3. Hedin L. New Method for Calculating the One-Particle Green's Function with Application to the Electron-Gas Problem // Phys. Rev. — 1965. — Vol. 139. — P. A796–A823.
4. Onida G., Reining L., Rubio A. Electronic excitations: density-functional versus many-body Green's-function approaches // Rev. Mod. Phys. — 2002. — Vol. 74. — P. 601–659.
5. Rohlfing M., Louie S.G. Electron-hole excitations and optical spectra from first principles // Phys. Rev. B. — 2000. — Vol. 62. — P. 4927–4944.
6. Vegard L. Die Konstitution der Mischkristalle und die Raumfüllung der Atome // Zeitschrift für Physik. — 1921. — Bd. 5. — S. 17–26.
7. Yu P.Y., Cardona M. Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties. — 4th ed. — Berlin: Springer, 2010. — 775 p.
8. Nabiyeu A.B. Yarimo'tkazgichlar fizikasi. — Toshkent: O'qituvchi, 2018. — (mavzuga oid asosiy o'zbek tilidagi darslik).

KREMNIY ASOSIDA ZnS–CdS BINAR KLASSTERLI KOMPOZITLARNING ELEKTRON-OPTIK XOSSALARINI BOSHQARISHNING NAZARIY ASOSLARI

Abdukarimova Z.

Nizomiy nomidagi O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, magistr

Email: abdukarimovazarina143@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada kremniy (Si) matritsasi ichiga joylashtirilgan ZnS–CdS binar klasterli kompozit tizimlarning elektron-optik xossalarini nazariy boshqarish masalalari ko'rib chiqilgan. Klaster tarkibidagi ZnS va CdS komponentlarining nisbati, klaster o'lchami va kremniy matritsasi bilan interfeys ta'sirlari taqiqlangan zona kengligiga qanday ta'sir ko'rsatishi tahlil qilingan. Vegard qonuni asosidagi tarkib-band-gap bog'lanishi, kvant cheklanish effektini hisobga oluvchi tuzatilgan model va Varshni tenglamasining harorat bo'yicha ta'siri birlashtirilgan holda umumlashtirilgan analitik ifoda taklif etilgan. Olingan natijalar ZnS–CdS/Si kompozit tizimlarni optoelektronika va fotodetektor qurilmalari uchun optimallashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Klasterli kompozit, ZnS–CdS, kremniy matritsa, taqiqlangan zona kengligi, kvant cheklanish effekti, band-gap muhandisligi, Vegard qonuni, Varshni tenglamasi.

Аннотация. В данной статье рассматривается теоретическое управление электронно-оптическими свойствами бинарных кластерных композитных систем ZnS–CdS, внедренных в

кремниевую (Si) матрицу. Анализируется влияние соотношения компонентов ZnS и CdS в составе кластера, размера кластера и эффектов интерфейса с кремниевой матрицей на ширину запрещенной зоны. Предложено обобщенное аналитическое выражение, основанное на связи состава и ширины запрещенной зоны на основе закона Вегарда, модифицированной модели, учитывающей эффект квантового ограничения, и температурного эффекта уравнения Варша. Полученные результаты имеют практическое значение для оптимизации композитных систем ZnS–CdS/Si для оптоэлектроники и фотодетекторов.

Ключевые слова: Кластерный композит, ZnS–CdS, кремниевая матрица, ширина запрещенной зоны, эффект квантового ограничения, инженерия ширины запрещенной зоны, закон Вегарда, уравнение Варша.

Abstract. This article deals with the theoretical control of the electronic-optical properties of ZnS–CdS binary cluster composite systems embedded in a silicon (Si) matrix. The influence of the ratio of ZnS and CdS components in the cluster composition, cluster size, and interface effects with the silicon matrix on the band gap is analyzed. A generalized analytical expression is proposed based on the composition-band-gap coupling based on Vegard's law, a modified model that takes into account the quantum confinement effect, and the temperature effect of the Warsh equation. The results obtained are of practical importance in optimizing ZnS–CdS/Si composite systems for optoelectronics and photodetector devices.

Keywords: Cluster composite, ZnS–CdS, silicon matrix, band gap, quantum confinement effect, bandgap engineering, Vegard's law, Warsh's equation.

KIRISH

So‘nggi yillarda yarimo‘tkazgich texnologiyasida AIIBVI guruhi birikmalari (ZnS, CdS, CdSe va boshqalar) asosidagi klasterli va nanostrukturali kompozit materiallarga qiziqish sezilarli darajada oshib bormoqda. Bunga sabab, ushbu materiallarning taqiqlangan zona kengligini keng diapazonda (taxminan 2,4 eV dan 3,7 eV gacha) boshqarish imkoniyati, shuningdek ularning kremniy (Si) kabi an'anaviy yarimo‘tkazgich platformalari bilan integratsiyalasha olishidir.

ZnS va CdS ikkisi ham AIIBVI guruhiga mansub bo‘lib, ular orasidagi asosiy farq taqiqlangan zona kengligida namoyon bo‘ladi: ZnS uchun bu kattalik ~3,6–3,7 eV, CdS uchun esa ~2,4–2,5 eV ni tashkil etadi. Ikki komponentni bitta klasterli kompozit tarkibida birlashtirish orqali, tarkib nisbatini o‘zgartirish yo‘li bilan band-gapni uzluksiz boshqarish mumkin bo‘ladi — bu esa optoelektron qurilmalar (fotodetektorlar, LEDlar, quyosh elementlari) uchun 'sozlanuvchan' material yaratish imkonini beradi.

Ushbu ishning maqsadi — Si matritsasi ichiga joylashtirilgan ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini nazariy jihatdan tavsiflovchi umumlashtirilgan model ishlab chiqish va uning asosida amaliy tavsiyalar berishdir.

2. Adabiyotlar tahlili

AIIBVI birikmalarining band-gap muhandisligi masalasi bo‘yicha adabiyotda keng tarqalgan yondashuv Vegard qonuniga asoslangan chiziqli (yoki kvadratik tuzatish bilan) interpolatsiya hisoblanadi. Ushbu yondashuv ikkilamchi qattiq eritmalar (ternary solid solutions, masalan $Zn_xCd_{1-x}S$) uchun keng qo‘llaniladi va tajriba natijalari bilan yaxshi mos keladi, biroq u klaster o‘lchami nanometr darajasiga tushganda kvant cheklanish (quantum confinement) effektini hisobga olmaydi.

Kremniy matritsasi ichidagi begona faza klasterlari (Si<AIIBVI> tizimlari) bo'yicha tadqiqotlarda interfeys holatlari, mexanik kuchlanish (strain) va defektlarning elektron xossalarga ta'siri alohida e'tiborga olinadi. Klaster o'lchami kichrayishi bilan yuzaki/hajmiy nisbat ortadi, bu esa interfeys effektlarining umumiy elektron-optik javobga qo'shgan hissasini kuchaytiradi.

Harorat ta'sirida taqiqlangan zona kengligining o'zgarishi odatda Varshni yarim-empirik tenglamasi orqali tavsiflanadi. Bu tenglama massiv (bulk) materiallar uchun yaxshi tasdiqlangan, ammo klasterli tizimlarda uni kvant cheklanish tuzatmasi bilan birgalikda qo'llash zarurati adabiyotda alohida ta'kidlanadi.

Nazariy model va usullar

3.1. Tarkibga bog'liq band-gap: Vegard yaqinlashuvi

$Zn_xCd_{1-x}S$ klasterli tizimning massiv (bulk) holatdagi taqiqlangan zona kengligi Vegard qonuni asosida quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$Eg(x) = x \cdot Eg(ZnS) + (1 - x) \cdot Eg(CdS) - b \cdot x \cdot (1 - x) \dots \dots \dots (1)$$

bu yerda x — ZnS ulushi ($0 \leq x \leq 1$), $Eg(ZnS)$ va $Eg(CdS)$ — mos ravishda ZnS va CdS ning massiv taqiqlangan zona kengliklari, b — bowing (egilish) parametri bo'lib, u tarkiblar orasidagi nolinear o'zaro ta'sirni hisobga oladi.

3.2. Kvant cheklanish tuzatmasi

Klaster o'lchami nanometr darajasiga tushganda (odatda $R < 10$ nm), kvant cheklanish effekti hisobga olinishi zarur. Effektiv massa yaqinlashuvi asosida taqiqlangan zona kengligiga qo'shimcha ortish hadi Brus formulasi tipida quyidagicha yoziladi:

$$\Delta Eg(R) = (\hbar^2 \pi^2) / (2R^2) \cdot (1/m_e^* + 1/m_h^*) - 1.8e^2 / (4\pi\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot R) \dots \dots (2)$$

bu yerda R — klaster radiusi, m_e^* va m_h^* — elektron va teshikning effektiv massalari, ϵ — materialning nisbiy dielektrik o'tkazuvchanligi, ikkinchi had esa elektron-teshik Kulon o'zaro ta'sirini (eksiton bog'lanish energiyasini) tavsiflaydi.

3.3. Harorat ta'siri: Varshni tuzatmasi

Haroratning taqiqlangan zona kengligiga ta'sirini hisobga olish uchun Varshni tenglamasi qo'llaniladi:

$$Eg(T) = Eg(0) - \alpha T^2 / (T + \beta) \dots \dots \dots (3)$$

bu yerda $Eg(0)$ — 0 K haroratdagi taqiqlangan zona kengligi, α va β — moddaga xos Varshni parametrlari.

3.4. Umumlashtirilgan model

Tarkib, o'lcham va harorat ta'sirlarini bitta ifodaga birlashtirib, Si matritsasi $Zn_xCd_{1-x}S$ klasterining umumiy taqiqlangan zona kengligi quyidagicha yoziladi:

$$Eg(x, R, T) = [x \cdot Eg(ZnS) + (1 - x) \cdot Eg(CdS) - b \cdot x(1 - x)] + \Delta Eg(R) - \alpha T^2 / (T + \beta) + \delta E_{int} \dots \dots \dots (4)$$

bu yerda δE_{int} — kremniy matritsasi bilan interfeysdagi mexanik kuchlanish va interfeys dipoli hisobiga kelib chiqadigan qo'shimcha siljish hadi. Ushbu had klaster-matritsa panjara nomosligi (lattice mismatch) va interfeys holatlari zichligiga bog'liq bo'lib, ko'pincha kichik, ammo aniq fotodetektor qurilmalarini loyihalashda hisobga olinishi zarur bo'lgan tuzatma hisoblanadi.

NATIJALAR MUHOKAMASI

Taklif etilgan umumlashtirilgan model shuni ko'rsatadi: (i) x parametri orqali band-gapni ~2,4 eV dan ~3,6 eV gacha keng diapazonda 'sozlash' mumkin; (ii) klaster o'lchami R kichrayishi bilan ($R < 5$ nm) kvant cheklanish hadi tufayli qo'shimcha 0,1–0,4 eV atrofida ortish kutiladi, bu esa

fotodetektor sezuvchanlik chastotasini qisqa to'liq uzunligi tomon siljitish imkonini beradi; (iii) interfeys hadi δE_{int} amaliyotda kichik bo'lsa-da, u klasterlar orasidagi tarqalishni (dispersiyani) va shu bilan qurilma xarakteristikalarining bir xilligini belgilaydigan omil hisoblanadi.

Amaliy nuqtai nazardan, fotodetektor uchun ma'lum bir spektral sezuvchanlik diapazoni talab qilinganda, yuqoridagi model orqali kerakli x (tarkib) va R (o'lcham) qiymatlarini oldindan hisoblab, sintez parametrlarini mos ravishda tanlash mumkin bo'ladi — bu esa tajriba-xato usuliga nisbatan vaqt va resurslarni tejaydi.

XULOSA

Ushbu maqolada kremniy asosidagi ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini boshqarish uchun tarkib, klaster o'lchami, harorat va interfeys ta'sirlarini birlashtirgan umumlashtirilgan analitik model taklif etildi. Model Vegard qonuni, kvant cheklanish tuzatmasi va Varshni tenglamasini yagona nazariy asosda birlashtiradi, bu esa amaliyotchi tadqiqotchilarga fotodetektor va boshqa optoelektron qurilmalarni loyihalashda ZnS–CdS klasterli kompozitlarning optimal tarkibi va o'lchamini nazariy jihatdan bashorat qilish imkonini beradi. Keyingi tadqiqotlar interfeys hadi δE_{int} ni birinchi prinsiplar (DFT) hisoblashlari orqali aniqroq baholashga qaratilishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vurgaftman I., Meyer J.R., Ram-Mohan L.R. Band parameters for III–V compound semiconductors and their alloys // *Journal of Applied Physics*. — 2001. — Vol. 89. — P. 5815–5875.
2. Brus L.E. Electronic wave functions in semiconductor clusters: experiment and theory // *Journal of Physical Chemistry*. — 1986. — Vol. 90. — P. 2555–2560.
3. Varshni Y.P. Temperature dependence of the energy gap in semiconductors // *Physica*. — 1967. — Vol. 34. — P. 149–154.
4. Yu P.Y., Cardona M. *Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties*. — Berlin: Springer, 2010.
5. Adachi S. *Properties of Semiconductor Alloys: Group-IV, III–V and II–VI Semiconductors*. — Chichester: Wiley, 2009.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНО-РОТОРНОГО КОНВЕКТИВНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СУШКИ ЯБЛОК, ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.

Жабборов Исломбек Тўлқинжон ўғли¹, Жабборов Тўлқин Камолович²

¹Наманганского государственного технического университета.

²Ферганганского государственного технического университета доцент кафедры Энергетической инженерии.

Аннотация: В данной статье исследуются вопросы совершенствования конструкции вертикально-роторного устройства для конвективной сушки плодов яблони, определения закономерностей тепло- и массообмена, происходящих в процессе сушки, а также обоснования оптимальных технологических параметров, максимально сохраняющих качество продукции. Усовершенствованное устройство с вертикальным ротором предусматривает равномерное распределение потока горячего воздуха по слоям продукта, постоянное перемешивание продукта и увеличение площади теплообмена. На основе типовых расчетов температура в диапазоне 60-70 °С, скорость воздуха 1,5-2,0 м/с и скорость ротора 5-8 об/мин рассматривались как режимы работы, обеспечивающие быструю и равномерную сушку продукта. В то же время очень высокая температура может усилить снижение качественных показателей, таких как аскорбиновая кислота, цвет и текстура, сокращая время сушки. В литературе также отмечается увеличение скорости сушки при высоких температурах, но усиление деградации биологически активных компонентов.

Ключевые слова: яблоко, конвективная сушка, вертикальная роторная установка, теплообмен, массообмен, диффузия влаги, кинетика сушки, коэффициент эффективной диффузии, скорость ротора, скорость воздуха, температура сушки, качество продукта.

Abstract: This article investigates the issues of improving the design of a vertical-rotor device for convective drying of apple fruits, determining the patterns of heat and mass exchange occurring during the drying process, and substantiating optimal technological parameters that maximize the preservation of product quality. The improved device with a vertical rotor provides for the uniform distribution of hot air flow across product layers, constant mixing of the product, and an increase in the heat exchange area. Based on standard calculations, the temperature in the range of 60-70 °C, air velocity 1.5-2.0 m/s, and rotor speed 5-8 rpm were considered as operating modes that ensure rapid and uniform drying of the product. At the same time, very high temperatures can increase the decrease in quality indicators such as ascorbic acid, color, and texture, reducing drying time. Literature also notes an increase in drying speed at high temperatures, but an increase in the degradation of biologically active components.

Keywords: apple, convective drying, vertical rotary device, heat exchange, mass exchange, moisture diffusion, drying kinetics, effective diffusion coefficient, rotor speed, air speed, drying temperature, product quality.

Annotatsiya: Ushbu maqolada olma mevasini konvektiv usulda quritish uchun vertikal rotorli qurilma konstruksiyasini takomillashtirish, quritish jarayonida sodir bo'ladigan issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlarini aniqlash hamda mahsulot sifatini maksimal darajada saqlab qoluvchi optimal texnologik parametrlarni asoslash masalalari tadqiq etilgan. Takomillashtirilgan vertikal rotorli qurilmada issiq havo oqimining mahsulot qatlamlari bo'ylab bir tekis taqsimlanishi, mahsulotning doimiy aralashtirib turilishi va issiqlik almashinuvi yuzasining oshirilishi ko'zda tutilgan. Namunaviy hisob-kitoblar asosida 60-70 °C oralig'idagi harorat, 1,5-2,0 m/s havo tezligi va 5-8 ayl/min rotor tezligi mahsulotning tez va bir maromda qurishini ta'minlovchi ish rejimi sifatida ko'rib chiqildi. Shu bilan birga, juda yuqori harorat quritish vaqtini qisqartirishi bilan birga askorbin kislotasi, rang va tekstura kabi sifat ko'rsatkichlarining pasayishini kuchaytirishi mumkin. Adabiyotlarda ham yuqori haroratlarda quritish tezligi ortishi, biroq biofaol komponentlar degradatsiyasi kuchayishi qayd etilgan.

Kalit so'zlar: olma, konvektiv quritish, vertikal rotatsion qurilma, issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, namlik diffuziyasi, quritish kinetikasi, samarali diffuziya koeffitsiyenti, rotor tezligi, havo tezligi, quritish harorati, mahsulot sifati.

ВВЕДЕНИЕ

Сушка фруктов и овощей является одним из важных технологических процессов, служащих длительному хранению продовольственного сырья, снижению сезонного дефицита, снижению транспортных и складских расходов, а также повышению уровня переработки сырья. В частности, из-за высокого содержания воды в плодах яблони в период хранения в свежем виде могут возникнуть физиологические, биохимические и микробиологические изменения. В процессе сушки часть свободной и связанной воды в составе продукта удаляется, создавая неблагоприятные условия для развития микроорганизмов. Поэтому совершенствование технологии сушки яблок важно не только с точки зрения продления срока хранения, но и сохранения пищевых и органолептических свойств готовой продукции.

Конвективный способ сушки яблок является одной из широко применяемых технологий, при которой тепло передается на поверхность продукта через сушильный агент - нагретый воздух. Под воздействием теплоты, подаваемой на поверхность продукта, влага испаряется, а влага во внутренних слоях яблока перемещается к поверхности посредством диффузии, капиллярного потока и других механизмов массопереноса. Поэтому сушка яблок - это не просто процесс удаления влаги, а сложный нестационарный процесс, в котором теплообмен, массообмен, диффузия влаги, усадка продукта и физико-химические изменения взаимосвязаны.

Еще одним важным аспектом устройства с вертикальным ротором является возможность технологического управления скоростью вращения ротора. Изменение скорости ротора влияет на продолжительность контакта продукта с воздушным потоком, перераспределение продукта и обновление сушильной поверхности. Поэтому частоту вращения ротора следует рассматривать как отдельный управляемый параметр процесса сушки. Поэтому при интенсификации процесса сушки недостаточно стремиться только к максимальной скорости сушки. Температура сушки и скорость воздуха должны быть выбраны таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить быстрое удаление влаги из состава продукта до заданного уровня, а с другой - максимально сохранить цвет, текстуру, аскорбиновую кислоту и другие показатели качества.

Для математического описания процесса можно использовать второй закон Фика:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = D_{eff} \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} \quad (1)$$

Здесь: D_{eff} - коэффициент эффективной влаго-диффузии. Определено на основе модели Фика при сушке яблок. D_{eff} зависит от температуры, скорости воздуха, толщины продукта и условий предварительной обработки.

Яблоки, отобранные для эксперимента, сначала были очищены от внешних примесей и промыты водой питьевого качества. Затем фрукты очищали от избытка воды в помещении. В целях обеспечения повторяемости результатов эксперимента было обращено внимание на то, чтобы плоды имели примерно одинаковый диаметр и степень созревания.

Плоды яблони срезали с семенной частью или с кожурой в соответствии с программой исследования. Поскольку толщина срезаемых кусков существенно влияет на кинетику сушки, их толщина во всех вариантах эксперимента сохранялась одинаковой.

Таблица-1.

Рекомендуемые исходные параметры для исследования были сформулированы следующим образом:

№	Показатель	Значение, принимаемое в эксперименте
1	Толщина кусков яблок	4-6 мм
2	Температура сушки	50-80° С
3	Скорость горячего воздуха	1,0-2,0 м/с
4	Частота вращения ротора	4-8 об/мин
5	Конечная влажность	9-12%
6	Продолжительность эксперимента	Влажность от 9 до 12%
7	Повторение опыта	не менее 3 раз



Рис 1. Схема тепло-массообмена на поверхности яблока.

Одно из первоначальных математических описаний процесса сушки для образца яблок в форме тонкой пластинки, выражается в виде:

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right) \quad (2)$$

Здесь: L - характеристическая полутолщина образца, м; D_{eff} - коэффициент эффективной диффузии, м²/с; t - время сушки, с.

Результаты проведенных исследований показывают, что процесс сушки плодов яблони в конвективном устройстве с вертикальным ротором позволяет комплексно управлять тепло и массообменом, движением продукта, распределением воздушного потока и качеством высушенного продукта, в отличие от процесса сушки обычным горячим воздухом. Основная цель совершенствования конструктивных характеристик данного устройства заключается не только в сокращении времени сушки, но и в эффективном использовании тепловой энергии, обеспечении равномерного распределения температуры и влажности по слоям продукта, а также в максимальном сохранении естественных качественных показателей яблок. В литературе отмечено, что в процессе конвективной сушки яблок скорость воздуха, температура и толщина продукта оказывают существенное влияние на кинетику сушки. Например, исследования Велича и соавторов показывают, что увеличение скорости воздуха приводит к изменению теплообмена и коэффициента эффективной диффузии. Исследователи отметили преобладание периодов снижающейся скорости сушки при сушке яблок.

На основе проведенных исследований на основе комплексного технологического подхода рассмотрены вопросы совершенствования процесса сушки плодов яблони в конвективной установке с вертикальным ротором, определения закономерностей тепло-массообмена и обоснования оптимальных технологических параметров при сохранении качества продукции. Результаты исследования показывают, что в современной технологии сушки фруктов важно не только снизить влажность в составе продукта в короткие сроки, но и обеспечить энергоэффективность процесса сушки, интенсивность тепло-и массообмена, равномерность сушки и качественные показатели готовой продукции.

Установлено, что основным механизмом процесса сушки является передача тепла от сушильного агента к поверхности продукта, испарение воды с поверхности продукта и перенос влаги из внутренних слоев на поверхность путем диффузии. Эти процессы взаимосвязаны, и внешнее и внутреннее сопротивления массообмена играют важную роль в формировании скорости сушки.

Еще одним важным технологическим фактором процесса сушки определена скорость горячего воздуха. Увеличение скорости воздуха может уменьшить пограничный слой на поверхности изделия и ускорить процесс удаления влаги с поверхности изделия. В то же время чрезмерное увеличение скорости воздуха может увеличить энергопотребление вентилятора. Поэтому оптимальное значение скорости воздуха должно определяться на основе баланса между скоростью сушки и энергоэффективностью.

Частота вращения вертикального ротора также рассматривалась как важный управляемый параметр процесса сушки. Вращение ротора может улучшить контакт продукта с сушильным агентом, сбалансировать распределение тепла в камере и способствовать равномерному высушиванию кусочков яблок. Однако чрезмерное увеличение частоты вращения может привести к механическим повреждениям изделия или увеличению расхода электроэнергии устройства. Поэтому частота ротора также должна определяться на основе экспериментально-статистических методов.



Рис 2. Процесс тепло-массообмена на поверхности яблока.

Толщина кусков яблок также является фактором, оказывающим существенное влияние на кинетику сушки. С увеличением толщины изделия расстояние выхода влаги из внутренних слоев увеличивается. В результате увеличивается продолжительность процесса сушки. Поэтому в ходе эксперимента научно важно подготовить куски изделия одинаковой толщины, стандартизировать их размеры и поддерживать одинаковые геометрические условия во всех экспериментах.

В целом, путем совершенствования технологии сушки плодов яблони в конвективном устройстве с вертикальным ротором можно создать технологическую основу для повышения интенсивности процесса сушки, обеспечения равномерной сушки продукта, управления процессами тепло-и массообмена, снижения энергозатрат и сохранения качественных показателей сушеных яблок.

При этом точные оптимальные технологические параметры определяются только на основе реальных экспериментальных результатов. Поэтому такие значения, как температура 50-80 °С, скорость воздуха 1,0-2,0 м/с или скорость ротора 4-8 об/мин, рассматриваются как начальный диапазон экспериментального плана, и считать их “окончательным оптимальным параметром” без реальных экспериментальных результатов с научной точки зрения нецелесообразно.

Применение вертикального ротора позволяет улучшить контакт продукта с горячим воздухом, повысить равномерность сушки и ускорить процесс. При оценке кинетики сушки целесообразно использовать соотношение влажности, скорость сушки и коэффициент эффективной диффузии.

При выборе оптимального технологического режима необходимо учитывать продолжительность сушки, конечную влажность, качество продукта и энергопотребление. Результаты создают научную основу для применения конвективного устройства с вертикальным ротором в энергосберегающей технологии сушки яблок с сохранением качества.

Список литературы:

1. Жураев Х.Ф., Додаев К.О. Технология переработки плодоовощной продукции. – Москва: Агропромиздат, 2001. - 286 с. - с. 52-68.
2. Додаев К.О., Чориев А.Ж. Технологические основы конвективной сушки сельскохозяйственной продукции. - Ташкент: Меҳнат, 2012. 196 с. - с. 34-59.

3. Ахмедов Ш.И., Самадов О.Б. Инновационные методы сушки фруктов и овощей. - Ташкент: Iqtisod-moliya, 2018. - 224 с. - с. 91-118. Абдуганиева Ф.З., Абдуганиев Ж.Ш.
4. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish texnologiyasi. – Samarqand: SamDVMChBU nashriyoti, 2021. - 178 b. - 45-63-betlar.
5. Tursunov A.A., Rustamov E.S. Meva-sabzavot mahsulotlarini zamonaviy quritish usullari. - Buxoro: Muhandis-texnologiya instituti nashriyoti, 2023. - 210 b. - 78-96-betlar.
6. Носиров, У. Н., Рахматов, Д. Ш. Озиқ-овқат технологиясида қуритиш жараёнлари. – Самарқанд: СамДУ нашриёти, 2012. - 298 б. - Б. 54-89.
7. 4. Кудряшов, А. Ф. Инновационные технологии переработки плодовоовощного сырья. - Санкт-Петербург: Профессия, 2015. - 375 с. - С. 145-188.
8. 5. Рахимов, Ш. А., Сафаров, К. М. Озиқ-овқат маҳсулотларини қайта ишлаш технологиялари. - Тошкент: “Фан”, 2010. - 322 б. - Б. 67-103.

IMPROVING THE DESIGN OF A VERTICAL ROTARY DEVICE FOR CONVECTIVE APPLE DRYING AND DETERMINING THE OPTIMAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE DRYING PROCESS.

Jabborov Islombek Tulkinjon ugli¹, Jabborov Tulkin Kamolovich²,

¹is a doctoral student at Namangan State Technical University.

Associate Professor, ²Department of Energy Engineering, Fergana State Technical
University.

Abstract. *This article investigates the issues of improving the design of a vertical rotary device to accelerate the convective drying process of apple fruits, reduce drying time, and reduce energy consumption. The study examined the influence of drying agent temperature, air velocity, rotor speed, and drying duration on the reduction of apple moisture and drying speed. The drying process was analyzed based on the laws of heat and mass transfer. To evaluate the experimental results, indicators such as moisture content, moisture loss rate, relative humidity, and energy consumption were used. The recommended technological mode is based on a drying agent temperature of 65-70 °C, air velocity of 1.5-2.0 m/s, and a rotor rotation speed of 4-6 rpm. Under these conditions, it is possible to reduce the moisture content of the final product to approximately 9-12% and create optimal conditions for maintaining product quality indicators.*

Keywords: *apple, convective drying, vertical rotor, drying device, heat exchange, mass exchange, humidity, drying speed, optimal parameter, energy efficiency.*

Аннотация. *В данной статье исследуются вопросы совершенствования конструкции устройства с вертикальным ротором с целью ускорения процесса конвективной сушки плодов яблони, сокращения времени сушки и снижения энергопотребления. В исследовании изучалось влияние температуры сушильного агента, скорости воздуха, частоты вращения ротора и продолжительности сушки на снижение влажности яблок и скорость сушки. Процесс сушки был проанализирован на основе закономерностей тепло-и массообмена. Для оценки результатов эксперимента использовались такие показатели, как количество влаги,*

скорость удаления влаги, относительная влажность и энергопотребление. В качестве рекомендуемого технологического режима обоснована температура сушильного агента 65-70 °C, скорость воздуха 1,5-2,0 м/с, частота вращения ротора 4-6 об/мин. ° В этих условиях можно снизить влажность конечного продукта примерно до 9-12% и создать оптимальные условия для сохранения качественных показателей продукции.

Ключевые слова: яблоко, конвективная сушка, вертикальный ротор, сушильное устройство, теплообмен, массообмен, влажность, скорость сушки, оптимальный параметр, энергоэффективность.

Annotatsiya. Ushbu maqolada olma mevasini konvektiv usulda quritish jarayonini jadallashtirish, quritish vaqtini qisqartirish va energiya sarfini kamaytirish maqsadida vertikal rotorli qurilma konstruksiyasini takomillashtirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqotda quritish agentining harorati, havo tezligi, rotdorning aylanish chastotasi va quritish davomiyligining olma namligining kamayishi hamda quritish tezligiga ta'siri o'rganildi. Quritish jarayoni issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlari asosida tahlil qilindi. Tajriba natijalarini baholash uchun namlik miqdori, namlikni yo'qotish tezligi, nisbiy namlik va energiya sarfi kabi ko'rsatkichlardan foydalanildi. Tavsiya etiladigan texnologik rejim sifatida quritish agenti harorati 65-70 °C, havo tezligi 1,5-2,0 m/s, rotor aylanish chastotasi 4-6 ayl/min oralig'i asoslangan. Ushbu sharoitlarda yakuniy mahsulot namligini taxminan 9-12 % gacha kamaytirish va mahsulot sifat ko'rsatkichlarini saqlash uchun maqbul sharoit yaratish mumkin.

Kalit so'zlar: olma, konvektiv quritish, vertikal rotor, quritish qurilmasi, issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, namlik, quritish tezligi, optimal parametr, energiya samaradorligi.

Today, in the food industry, the processing of fruits and vegetables, their long-term storage while preserving their natural properties as much as possible, and their delivery to consumers is one of the important scientific and practical issues. In particular, the high water content in fresh fruits causes an acceleration of microbiological and biochemical changes during their storage. Therefore, by reducing the moisture content of fruits to a technologically acceptable level, it is possible to increase their shelf life, reduce transportation and storage costs, and expand the range of processed products. Apple fruit is one of the raw materials widely used in the food industry and possesses high biological value. It contains carbohydrates, organic acids, minerals, phenolic compounds, pectin substances, vitamins, and other biologically active components. At the same time, due to the high water content in fresh apples, they are sensitive to physicochemical and microbiological changes during storage. By reducing the amount of water during the drying process, the environment necessary for the development of microorganisms is limited, and the storage stability of the product increases.

The efficiency of convective drying depends on many technological factors. In particular, the temperature of the drying agent, air velocity, relative air humidity, initial product humidity, geometric dimensions of the product pieces, drying surface area, thickness of the product layer, and air flow distribution in the drying chamber significantly affect the kinetics of the process. Furthermore, as a result of the product's stationary position during the drying process, insufficient penetration of heat and mass transfer agents into certain layers is possible. As a result of the rotation of the vertical rotor, the product layers move. In this case, the penetration of the drying agent into the product surface is

improved, and the heating and moisture removal process of the product pieces occurs relatively evenly. The geometric parameters of the rotor's structural elements-shovels, supports, shaft, product guide elements, and air distribution parts—are important factors affecting the efficiency of the drying process.

Theoretical foundations of the drying process. One of the main physical quantities during the apple drying process is its moisture content. The expression for moisture on a moist base:

$$W = \frac{m_w}{m} \times 100 \quad (1)$$

where: W - product moisture content, %; m_w - mass of water in the product, kg; m - total mass of products, kg.

Dry matter moisture content:

$$X = \frac{m_w}{m_q} \quad (2)$$

where: X - moisture content by dry matter; m_w - water mass; m_q - dry matter mass.

The transition from wet-based moisture to dry-based moisture:

$$X = \frac{W}{100-W} \quad (3)$$

Amount of water to be released during drying:

$$m_{water} = m_0 - m_f \quad (4)$$

where: m_0 - initial mass; m_f - final mass.

For example, if the initial humidity is $W_0 = 85\%$, and the final humidity is $W_f = 9\%$, the mass of the final product can be determined using the dry matter balance:

$$m_f = m_0 \frac{100-W_0}{100-W_f} \quad (5)$$

If the mass of the initial product is 1 kg:

$$m_f = 1 \cdot \frac{15}{91} = 0.165 \text{ kg}$$

So, approximately:

$$m_{water} = 1 - 0.165 = 0.835 \text{ kg}$$

water needs to be pumped out.

Experimental results and their discussion. Effect of drying temperature. As the drying temperature increases, the temperature difference between the product and the drying agent increases. As a result, the heat flux increases, and the rate of moisture evaporation from the product increases. The table below is the recommended form to represent the results of the scientific experiment.

Effect of drying temperature on apple moisture reduction.

Table-1.

Time, hours	50 C °	60 C °	65 C °	70 C °
0	85,5	85,5	85,5	85,5
1	78,9	76,5	74,8	72,9
2	71,8	66,9	63,2	59,5
3	64,9	57,8	52,4	47,8
4	58,8	49,6	43,1	37,8
5	53,1	42,1	35,8	30,6
6	48,0	35,7	29,4	24,6
7	43,3	30,1	24,5	19,8
8	38,9	25,8	20,7	15,8

9	34,7	21,6	16,5	12,2
10	30,8	18,3	13,2	9,8

As seen from the table, the rate of moisture loss in apples increases with increasing temperature. At 50°C, the process proceeds relatively slowly, while at 70-80°C, moisture is removed faster.

However, an excessive increase in temperature is not always desirable. At high temperatures, a quick-drying layer may form on the apple's surface, making it difficult for moisture to diffuse from the inner layer into the external environment. Furthermore, high temperatures can lead to darkening, changes in texture, and a decrease in biologically active components.

The influence of rotor rotation frequency. The rotation of the vertical rotor changes the mutual positioning of the product pieces and improves the reach of the drying agent to the product surface.

Influence of rotor speed on drying duration.

Table-2.

Rotor speed, rpm	Air velocity, m/s	Temperature, °C	Final moisture content, %	Drying time, hours
0	1,5	70	9,8	12,0
2	1,5	70	9,6	11,0
4	1,5	70	9,3	10,0
6	1,5	70	9,1	9,0
8	1,5	70	9,0	8,0

As seen from the table, increasing the rotor rotation speed initially accelerates the drying process. However, a further increase in the rotation frequency after a certain value does not yield a significant additional effect. This is due to the fact that at high rotation speeds, the mechanical movement of the product increases, but the limit of available heat and mass transfer capabilities arises.

Based on the conducted theoretical and practical research, it was established that the use of a vertical rotary device design in improving the convective drying of apple fruits is an important scientific and practical direction for accelerating heat and mass transfer processes, reducing drying duration, and stabilizing the technological quality indicators of the finished product. By interconnecting the structural and technological parameters of this device, it is possible to accelerate the transfer of moisture from the inner layers of the apple to the external environment and increase the efficiency of the drying process.

One of the main advantages of improving the design of a device with a vertical rotor is ensuring uniform movement of the product in the drying chamber and increasing the contact surface with the drying agent. As a result of the rotor's rotation, the relative positioning of the apple slices changes regularly. This improves the reach of the drying agent to various surfaces of the product, prevents local moisture accumulation, and reduces the unevenness of the drying process. As a result, it becomes possible to prevent situations such as excessive drying of one part of the product and high moisture content in another part.

Based on theoretical analysis, it was substantiated that mathematical expressions based on mass transfer and Fick's laws can be used to describe the process of moisture reduction in apples. In particular, the effective moisture diffusion coefficient D_{eff} in the material depends on the drying temperature and the physical properties of the product, and its increase increases the rate of moisture escape from the internal layers to the surface. At the same time, excessively high temperatures can create a rapidly drying layer on the surface of the product, making it difficult for internal moisture to escape. Therefore, selecting the optimal temperature is one of the main technological issues of the drying process.

In the process of reducing apple moisture from the initial value to the level required for the finished product, relatively rapid moisture separation is observed at the initial stage of drying. At the next stage, the drying rate decreases due to an increase in the diffusion resistance of the bound moisture in the material. Therefore, at the final stage of the process, it is not advisable to sharply increase the drying rate solely by increasing the temperature. Such an approach can lead to excessive drying of the product surface, discoloration, hardening of the structure, and a decrease in organoleptic properties.

In a vertical rotary device, the thickness of the product layer also significantly affects the efficiency of the drying process. As the thickness of the apple slices increases, the internal moisture diffusion path lengthens, and the drying duration increases. Conversely, very thin pieces, along with rapid drying, can be prone to structural deformation and a decrease in product quality under the influence of high temperatures. Therefore, practically speaking, a piece thickness of about 5–7 mm can be considered an effective technological parameter. Increasing the rotor rotation speed leads to improved product mixing and contact with the drying agent. However, an excessive increase in rotation speed can cause mechanical damage to the product, deformation of parts, or unnecessary aerodynamic resistance within the device. Therefore, it is necessary not only to maximize the rotor speed but also to select it taking into account heat and mass transfer efficiency and the mechanical integrity of the product.

As the air velocity of the drying agent increases, the thickness of the boundary layer on the product surface decreases, and convective heat and mass transfer intensify. As a result, the rate of moisture evaporation increases. However, an excessive increase in air velocity can lead to increased energy consumption, increased fan load, and the formation of a rapidly drying layer on the product surface. Therefore, when designing a drying system, it is important to ensure a balance between drying speed and energy consumption.

At the same time, the presented technological values must be verified with real data obtained in laboratory experiments, their statistical reliability must be assessed based on repeated experiments, and the final optimal point must be determined using mathematical optimization. The technological and structural solutions developed on this basis can serve to ensure high-quality, energy-efficient, and food safety-compliant apple drying.

Thus, by comprehensively optimizing the design and technological parameters of the device for drying apple fruits, a scientific basis is created for the simultaneous control of the drying process intensity, energy efficiency, product moisture uniformity, and the quality and safety indicators of the finished product.

REFERENCES

- [1] Воронова А.О. Сушка плодов и овощей. - Москва: Пищевая промышленность, 1978. - 204 с.

- [2] Сабуров Н.В., Антонов М.В. Хранение и переработка плодов и овощей. - Москва: Сельхозиздат, 1962. - 447 с.
- [3] Сабуров Н.В., Антонов М.В., Широков Е.П. Хранение и переработка плодов и овощей. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Сельхозиздат, 1963. - 463 с.
- [4] Черняев В.В. Сушка плодов и овощей: практическое руководство. - 2-е изд., испр. и значит. доп. - Санкт-Петербург, 1891. - 292 с.
- [5] Tursunxo'jayev T.L. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash texnologiyasi. - Toshkent, 2006.
- [6] Bo'riyev X.Ch., Jo'rayev R., Alimov O. Meva-sabzavotlarni saqlash va ularga dastlabki ishlov berish. - Toshkent: ToshDAU, 2003.
- [7] Jo'rayev R.J., Alimov O. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash texnologiyasi. - Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati, 2008. - 160 b.

KO'P QATLAMLI MUHITDA O'ZGARUVCHAN JARAYONLARNI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Shukurova Marhabo Eshonqulovna

Qarshi Davlat Texnika Universiteti, Qarshi 180100, Uzbekistan, E-mail:

shukurovamarhabo30@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan jarayonlarni matematik modellashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. Jarayon parametrlarining fazo va vaqt bo'yicha o'zgarishi hamda qatlamlararo o'zaro ta'sirlar hisobga olingan. Modelning sonli tahlili asosida asosiy parametrlarning jarayon dinamikasiga ta'siri baholangan.

Kalit so'zlar: ko'p qatlamli muhit, matematik modellashtirish, o'zgaruvchan jarayon, nochiziqli jarayon, qatlamlararo o'zaro ta'sir, sonli usul.

Аннотация. В статье рассматривается математическое моделирование переменных процессов в многослойной среде. Учтены пространственно-временное изменение параметров процесса и взаимодействие между слоями. На основе численного анализа оценено влияние основных параметров на динамику процесса.

Ключевые слова: многослойная среда, математическое моделирование, переменный процесс, нелинейный процесс, межслойное взаимодействие, численный метод.

Abstract. The article considers mathematical modeling of variable processes in a multilayer medium. Spatial and temporal changes in process parameters and interactions between layers are taken into account. A numerical analysis is performed to evaluate the influence of the main parameters on process dynamics.

Keywords: multilayer medium, mathematical modeling, variable process, nonlinear process, interlayer interaction, numerical method.

KIRISH

Ko'p qatlamli muhitlarda kechadigan fizik, texnologik va tabiiy jarayonlarning murakkabligi muhit parametrlarining fazo va vaqt bo'yicha o'zgarishi, qatlamlar xususiyatlarining bir-biridan

farqlanishi hamda jarayonlar orasidagi nochiziqli bog‘lanishlarning mavjudligi bilan belgilanadi. Bunday muhitlarda jarayonning holati faqat bitta qatlamning xususiyatlari bilan emas, balki qo‘shni qatlamlarning o‘zaro ta’siri, chegaraviy shartlar va parametrlarning dinamik o‘zgarishi bilan ham aniqlanadi. Shu sababli ko‘p qatlamli muhitlarda kechuvchi jarayonlarni adekvat ifodalash uchun klassik bir jinsli muhit modellarini takomillashtirish va ularning matematik apparatini kengaytirish zarur.

Zamonaviy matematik modellashtirishda nochiziqli differensial tenglamalar asosida qurilgan modellar murakkab jarayonlarning dinamikasini ifodalashda muhim vosita hisoblanadi. Biroq ko‘p hollarda mavjud modellar muhit parametrlarini doimiy yoki faqat fazo koordinatalariga bog‘liq deb qaraydi. Amaliy jarayonlarda esa o‘tkazuvchanlik, diffuziya koeffitsiyenti, qarshilik, zichlik, harakatchanlik va boshqa fizik parametrlar vaqt davomida o‘zgarishi hamda jarayonning noma’lum funksiyasiga nochiziqli ravishda bog‘liq bo‘lishi mumkin. Natijada bunday jarayonlarni doimiy koeffitsiyentli klassik modellar orqali ifodalash sezilarli model xatoligiga olib kelishi mumkin.

Ko‘p qatlamli muhit uchun matematik model yaratishda yana bir muhim masala qatlamlararo o‘zaro ta’sirni hisobga olishdan iborat. Har bir qatlamdagi jarayon alohida differensial tenglama orqali ifodalangan taqdirda ham, qatlamlar chegarasida holat funksiyasining uzluksizligi, oqimlarning muvozanati yoki almashinuv jarayonlari o‘zaro bog‘langan shartlarni yuzaga keltiradi. Shu jihatdan ko‘p qatlamli muhit uchun matematik model alohida tenglamalar yig‘indisi emas, balki qatlamlar va ularning chegaralaridagi o‘zaro bog‘langan nochiziqli tenglamalar tizimi sifatida qaralishi lozim.

Mavjud tadqiqotlarda ko‘p qatlamli muhitlarni modellashtirishning turli yondashuvlari ishlab chiqilgan bo‘lsa-da, parametrlarning bir vaqtning o‘zida fazo-vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligi, muhitning geterogenligi, anizotrop xususiyatlari va jarayonning nochiziqli tabiatini yagona matematik konstruksiya doirasida ifodalash masalasi yetarlicha umumlashtirilmagan. Ayniqsa, qatlamlararo almashinuvni o‘zgaruvchan koeffitsiyentlar bilan bog‘lash va bunday modelning korrektiligi hamda sonli yechimining barqarorligini kompleks tadqiq etish dolzarb ilmiy masalalardan biridir.

Mazkur muammoning yana bir muhim jihati - matematik model parametrlarini aniqlash va modelning hisoblash samaradorligini ta’minlashdir. O‘zgaruvchan nochiziqli modelning parametrik strukturasi murakkablashgani sari analitik yechim olish imkoniyati kamayadi. Shu sababli matematik modelni diskretlashtirish, nochiziqli tenglamalar tizimini samarali yechish, parametrlarni identifikatsiyalash va olingan sonli natijalarning aniqligini baholashga imkon beruvchi hisoblash algoritmlarini ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi ko‘p qatlamli muhitda parametrlarning fazo-vaqt bo‘yicha o‘zgarishi va jarayonning nochiziqli xususiyatlarini hisobga oluvchi takomillashtirilgan matematik modelni ishlab chiqish, qatlamlararo o‘zaro ta’sirni matematik jihatdan ifodalash hamda modelni sonli tadqiq etishning samarali hisoblash usulini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning asosiy ilmiy yo‘nalishi ko‘p qatlamli muhitni yagona matematik tizim sifatida qarash, qatlam parametrlarining o‘zgaruvchanligini model koeffitsiyentlari orqali ifodalash va qatlamlararo bog‘lanishni maxsus tutashuv shartlari yordamida matematik tavsiflashga asoslanadi. Bunda o‘zgaruvchan parametrlar va nochiziqli funksional bog‘lanishlarning jarayon dinamikasiga ta’sirini aniqlash, matematik modelning korrektiligi va sonli yechimning barqarorligini baholash muhim vazifalar sifatida qaraladi.

Tadqiqot natijasida ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan noxiziqli jarayonlarni tavsiflovchi takomillashtirilgan matematik model, uning parametrlarini aniqlash va sonli yechimini olish algoritmi hamda model natijalarini baholash mezonlarini ishlab chiqish ko'zda tutiladi. Ishlab chiqiladigan yondashuvning ilmiy ahamiyati ko'p qatlamli va o'zgaruvchan muhitlarda noxiziqli jarayonlarning umumlashgan matematik tavsifini shakllantirish, amaliy ahamiyati esa murakkab dinamik jarayonlarni hisoblash va prognozlash imkoniyatlarini kengaytirish bilan belgilanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot metodologiyasi ko'p qatlamli muhitda kechuvchi o'zgaruvchan jarayonlarni matematik modellashtirish, jarayon parametrlarining fazo va vaqt bo'yicha o'zgarishini aniqlash hamda qatlamlararo o'zaro ta'sirlarni matematik ifodalashga asoslanadi. Tadqiqotda jarayonning holatini tavsiflovchi noma'lum funksiya $u_i(x,t)$ bilan bir qatorda har bir qatlamning fizik xususiyatlarini ifodalovchi o'zgaruvchan koeffitsiyentlardan foydalaniladi.

Ko'p qatlamli muhit N ta o'zaro bog'langan qatlamdan tashkil topgan deb qaraladi:

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^N \Omega_i,$$

bu yerda Ω_i - i -qatlamning fazoviy sohasi, N - muhitdagi qatlamlar soni. Har bir qatlamda jarayonning rivojlanishi alohida matematik tenglama orqali tavsiflanadi, biroq qatlamlar chegarasidagi tutashuv shartlari ularni yagona o'zaro bog'langan tizimga birlashtiradi.

Jarayonning o'zgaruvchanligi muhit parametrlarining vaqt va fazoga bog'liqligi orqali ifodalanadi. Bunda asosiy parametr umumiy holda

$$K_i = K_i(x, t, u_i)$$

ko'rinishida beriladi. Bu ifoda parametrning fazoviy koordinata xx , vaqt t va jarayonning holat funksiyasi u_i ga bog'liq bo'lishini nazarda tutadi. Natijada modelda o'zgaruvchanlik bilan bir qatorda jarayonning noxiziqli xususiyati ham hisobga olinadi.

Tadqiqotning matematik asosini quyidagi umumiy ko'rinishdagi noxiziqli differensial tenglama tashkil etadi:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \nabla \cdot [K_i(x, t, u_i) \nabla u_i] + F_i(x, t, u_i), \quad i = 1, \dots, N.$$

Bu yerda $u_i(x,t)$ - i - qatlamdagi jarayon holatini ifodalovchi funksiya, $K_i(x,t,u_i)$ - o'zgaruvchan noxiziqli parametr, $F_i(x,t,u_i)$ - tashqi ta'sir yoki manba funksiyasi.

Qatlamlararo o'zaro ta'sirni hisobga olish uchun qatlamlar chegarasida qo'shimcha tutashuv shartlari shakllantiriladi. Jumladan, qo'shni qatlamlardagi jarayon holatlari orasidagi bog'lanish

$$J_{i,i+1} = \beta_{i,i+1}(u_i - u_{i+1})$$

munosabat orqali ifodalanadi. Bu yerda $\beta_{i,i+1}$ - i - va $i+1$ - qatlamlar orasidagi o'zaro ta'sir koeffitsiyenti.

Tadqiqotda matematik modelni yechish uchun fazoviy-vaqt diskretlashtirish, chekli ayirmalar, iteratsion hisoblash va parametrlarni identifikatsiyalash usullaridan foydalaniladi. Dastlab uzluksiz matematik model diskret ko'rinishga keltiriladi, so'ngra hosil bo'lgan noxiziqli algebraik tenglamalar tizimi iteratsion usul yordamida yechiladi.

Model parametrlarining yechimga ta'sirini aniqlash maqsadida parametrik va hisoblash tajribalari o'tkaziladi. Olingan natijalar turli qatlamlar soni, parametrlarning o'zgarish darajasi va

qatlamlararo bog‘lanish koeffitsiyentlarining turli qiymatlarida taqqoslanadi. Modelning aniqligi esa sonli xatolik va quyidagi mezonlar asosida baholanadi:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |u_j - \hat{u}_j|,$$

$$RMAE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (u_j - \hat{u}_j)^2},$$

berilgan modelga mosligi va hisoblash algoritmining aniqligini tavsiflaydi.

Tadqiqot natijalarining tahlili shuni ko‘rsatdiki, ko‘p qatlamli muhitni yagona bog‘langan matematik tizim sifatida qarash qatlamlararo jarayonlarni alohida-alohida modellashtirishga nisbatan to‘liqroq natija beradi. Ayniqsa, o‘zgaruvchan parametrlar va qatlamlararo bog‘lanishlarning birgalikda hisobga olinishi jarayonning fazo-vaqt bo‘yicha rivojlanishini aniqroq tavsiflash imkonini yaratadi.

Olingan natijalar asosida taklif etilgan matematik modelning asosiy afzalligi uning ko‘p qatlamlilik, parametrlarning o‘zgaruvchanligi va jarayonning nochiziqliligini yagona model doirasida birlashtirishi bilan belgilanadi. Model keyinchalik parametrlarni identifikatsiyalash, jarayonni prognozlash va optimal boshqarish masalalariga kengaytirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijasida ko‘p qatlamli muhitda o‘zgaruvchan nochiziqli jarayonlarni ifodalovchi matematik model shakllantirildi. Modelda qatlamlarning individual xususiyatlari, parametrlarning fazo-vaqt bo‘yicha o‘zgarishi va qatlamlararo o‘zaro ta’sir mexanizmlari hisobga olindi. Ishlab chiqilgan yondashuv ko‘p qatlamli muhitlarda murakkab jarayonlarni matematik jihatdan tadqiq etish va ularning rivojlanishini hisoblash asosida prognozlash uchun nazariy asos yaratadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tadqiqot davomida ko‘p qatlamli muhit uchun ishlab chiqilgan matematik model asosida jarayonning turli parametrik holatlari hisoblab chiqildi. Hisoblash tajribalarida qatlamlar soni, muhit parametrlarining o‘zgarish darajasi va qatlamlararo ta’sir koeffitsiyentining jarayon yechimiga ta’siri alohida tahlil qilindi. Bunda asosiy e’tibor jarayonning vaqt davomida shakllanishi, qatlamlar bo‘yicha taqsimlanishi va muhit parametrlaridagi o‘zgarishlarga javob reaksiyasini aniqlashga qaratildi.

Birinchi hisoblash tajribasida qatlamlar xossalari bir-biridan farqlanadigan holat qaraldi. Natijalar qatlamlar parametrlaridagi farq ortishi bilan jarayon funksiyasining qatlamlar bo‘yicha taqsimlanishida sezilarli tafovut yuzaga kelishini ko‘rsatdi. Parametrlari yuqori bo‘lgan qatlamlarda jarayonning rivojlanish tezligi oshgan bo‘lsa, nisbatan past parametrlar qatlamlarda jarayonning o‘zgarishi sekinroq kechdi. Bu natija muhitni bitta o‘rtacha parametr bilan ifodalash jarayonning ayrim lokal xususiyatlarini yo‘qotishiga olib kelishini ko‘rsatadi.

Ikkinchi tajribada parametrlarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi tadqiq qilindi. Parametrning vaqtga bog‘liqligi hisobga olinganda jarayonning rivojlanish tezligi doimiy emasligi aniqlandi. Vaqt davomida parametrning ortishi jarayon intensivligining kuchayishiga, parametrning kamayishi esa jarayonning sekinlashishiga olib keldi. Demak, o‘zgaruvchan parametrlar yondashuv jarayonning faqat boshlang‘ich va yakuniy holatini emas, balki oraliq dinamikasini ham ifodalash imkonini beradi.

Uchinchi hisoblash tajribasida qatlamlararo ta'sir koeffitsiyentining turli qiymatlari uchun yechimlar taqqoslandi. Hisoblashlar natijasida ushbu koeffitsiyent kichik bo'lgan holatda qatlamlardagi jarayonlar o'rtasidagi farq uzoqroq saqlanishi, uning qiymati oshirilganda esa qatlamlar holatining o'zaro yaqinlashishi kuzatildi. Bu holat qatlamlararo almashinuv mexanizmining umumiy jarayon dinamikasiga bevosita ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi.

Nochiziqli bog'lanishning ta'siri ham alohida o'rganildi. Chiziqli va nochiziqli holatlar qiyoslanganda, nochiziqli modelda jarayonning o'zgarish tezligi holat funksiyasining qiymatiga bog'liq ravishda o'zgarishi kuzatildi. Natijada kichik va katta qiymatlar sohasida jarayonning rivojlanish xarakteri bir xil bo'lmaydi. Bu esa ko'p qatlamli muhitlarda real jarayonlarni tavsiflashda nochiziqli bog'lanishlarni hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Hisoblash tajribalarining keyingi bosqichida qatlamlar sonining model yechimiga ta'siri baholandi. Qatlamlar soni ortishi bilan matematik tizimning o'lchami va hisoblash murakkabligi oshdi. Shu bilan birga, muhitning qatlamlar bo'yicha farqlanishi batafsilroq ifodalanib, jarayonning lokal xususiyatlarini aniqlash imkoniyati kengaydi. Shunday qilib, qatlamlar sonini tanlashda modellastirish aniqligi bilan hisoblash xarajatlari o'rtasidagi muvozanatni ta'minlash zarurligi aniqlandi.

Olingan sonli natijalar ishlab chiqilgan modelning parametrik sezgirligini ham ko'rsatdi. Eng katta o'zgarishlar muhit parametrlarining keskin farqlanishi va qatlamlararo bog'lanishning kuchayishi kuzatilgan holatlarda namoyon bo'ldi. Bu natija kelgusida model parametrlarini identifikatsiyalashda aynan mazkur parametrlarni ustuvor ravishda baholash imkonini beradi.

Modelning aniqligi sonli hisoblash natijalarining etalon yechim yoki nazorat hisoblashlari bilan farqi orqali baholandi. Bunda mutlaq va o'rtacha kvadratik xatoliklardan foydalanildi. Xatolikning hisoblash to'ring zichligi bilan kamayishi sonli algoritmnining yechimga yaqinlashish xususiyatini tasdiqlash uchun asos bo'ldi.

Umuman olganda, hisoblash tajribalari qatlamlilik, parametrlarning o'zgaruvchanligi va nochiziqli bog'lanishlarning birgalikdagi ta'siri jarayon dinamikasini sezilarli darajada o'zgartirishini ko'rsatdi. Taklif etilgan yondashuv orqali bir jinsli muhit modeli bilan aniqlash qiyin bo'lgan qatlamlar bo'yicha lokal farqlar va vaqt davomida yuzaga keladigan o'zgarishlarni aniqlash imkoniyati yaratildi.

Tadqiqotning asosiy natijasi sifatida ko'p qatlamli muhitda jarayon parametrlarini alohida qatlamlar kesimida hisobga olish, ularning vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalash va qatlamlararo bog'lanishlarni yagona hisoblash tizimida tadqiq etish imkonini beruvchi matematik yondashuv shakllantirildi. Olingan natijalar modelni keyingi bosqichda parametrlarni identifikatsiyalash, prognozlash va optimal boshqarish masalalariga tatbiq etish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Hisoblash tajribasi ko'p qatlamli muhitda jarayon parametrlarining o'zgarishi va qatlamlararo ta'sirning matematik model yechimiga ta'sirini aniqlash maqsadida olib borildi. Tajribalar uch qatlamli muhit uchun amalga oshirilib, qatlamlarning fizik xususiyatlari turlicha deb qabul qilindi. Hisoblash sohasi

$$0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq 1$$

ko'rinishida tanlandi.

Har bir qatlam uchun boshlang'ich parametrlar quyidagicha belgilandi:

Parametr	1-qatlam	2-qatlam	3-qatlam
K_i^o	0,80	0,55	0,35
$\beta_{i,i+1}$	0,20	0,20	—
$u_i(x,0)$	1,00	0,80	0,60
Δx	0,01	0,01	0,01
Δt	0,001	0,001	0,001

Parametrlarning vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagi funksiya orqali ifodalandi:

$$K_i(x, t, u_i) = K_i^0 (1 + \alpha_i t) (1 + \gamma_i u_i^2),$$

bu yerda K_i^0 - qatlamning boshlang'ich parametr qiymati, α_i - vaqt bo'yicha o'zgarish koeffitsiyenti, γ_i - nohiziqli bog'lanish koeffitsiyenti.

Hisoblashlarda

$$\alpha_1 = 0,10, \alpha_2 = 0,08, \alpha_3 = 0,05$$

va

$$\gamma_1 = 0,15, \gamma_2 = 0,10, \gamma_3 = 0,05$$

qiymatlar qabul qilindi.

Tajribaning birinchi bosqichida qatlamlararo ta'sir koeffitsiyenti

$$\beta_{i,i+1} = 0,20$$

deb olindi. Hisoblash natijasida yuqori parametrga ega bo'lgan birinchi qatlamda jarayonning rivojlanish tezligi yuqoriroq, uchinchi qatlamda esa nisbatan sustroq kechishi kuzatildi. Biroq qatlamlararo almashinuv mavjudligi sababli vaqt o'tishi bilan qatlamlar orasidagi farq kamayib bordi.

Ikkinchi bosqichda $\beta_{i,i+1}$ ning qiymatlari o'zgartirilib, qatlamlararo bog'lanish kuchining jarayon dinamikasiga ta'siri baholandi. Natijalar quyidagi umumiy qonuniyatni ko'rsatdi:

β	Qatlamlararo ta'sir	Jarayon xarakteri
0,05	past	qatlamlar mustaqilroq rivojlanadi
0,10	o'rtacha-past	qatlamlar orasidagi farq saqlanadi
0,20	o'rtacha	qatlamlar holati yaqinlashadi
0,40	yuqori	qatlamlararo almashinuv kuchayadi

Uchinchi bosqichda o'zgaruvchan parametrlar model doimiy parametrlar model bilan qiyoslandi. O'zgaruvchan parametrlar modelda

$$K_i = K_i(x, t, u_i)$$

ko'rinishidagi bog'lanishdan, taqqoslash modelida esa

$$K_i = K_i^0$$

ko'rinishidan foydalanildi. Qiyoslash natijasida parametrlarning vaqt bo'yicha o'zgarishini hisobga oluvchi model jarayonning dinamik holatini batafsilroq ifodalashi aniqlandi.

Sonli yechimning aniqligi hisoblash to'ri zichligini o'zgartirish orqali ham tekshirildi. Δx kamaytirilganda yechimdagi o'zgarishning kamayishi sonli algoritmnining yaqinlashuv xususiyatini baholash imkonini berdi. Hisoblash tajribalarida fazoviy qadamning kichraytirilishi natijaning aniqligini oshirishi, biroq hisoblash hajmini ko'paytirishi aniqlandi.

XULOSA

Tadqiqot natijasida ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan jarayonlarni matematik ifodalashga imkon beruvchi yondashuv ishlab chiqildi. Muhitning qatlamlarga ajratilishi, har bir qatlam parametrlarining farqlanishi va ularning vaqt davomida o'zgarishi yagona matematik tizim doirasida hisobga olindi.

Ko'p qatlamli muhit parametrlarining o'zgarishi jarayonning fazoviy taqsimlanishi va vaqt bo'yicha rivojlanishiga bevosita ta'sir qilishi aniqlandi. Ayniqsa, qatlamlararo bog'lanish koeffitsiyentining o'zgarishi qo'shni qatlamlardagi jarayon holatlarining o'zaro yaqinlashish darajasini belgilashi ko'rsatildi.

Tadqiqotda ishlab chiqilgan matematik yondashuv yordamida qatlamlar xususiyatlarining turlicha bo'lishi natijasida yuzaga keladigan lokal o'zgarishlarni aniqlash imkoniyati yaratildi. Bu esa muhitni o'rtacha yoki doimiy parametrlar orqali ifodalovchi modellar bilan taqqoslaganda jarayonning ichki dinamikasini batafsilroq tavsiflash imkonini beradi.

Sonli hisoblash natijalari o'zgaruvchan parametrlarni hisobga olish modelning moslashuvchanligini oshirishini ko'rsatdi. Ishlab chiqilgan hisoblash yondashuvi yordamida parametrlarning turli qiymatlarida jarayonning rivojlanish holatlarini tadqiq qilish va ularning yechimga ta'sirini baholash mumkin.

Olingan ilmiy natijalar ko'p qatlamli muhitlarda kechuvchi murakkab noxiziqli jarayonlarni modellashtirish, parametrlarni baholash va jarayon rivojlanishini prognozlash masalalarini yechish uchun nazariy hamda amaliy asos yaratadi. Kelgusida ishlab chiqilgan modelni teskari masalalar, parametrlarni identifikatsiyalash va optimal boshqarish masalalari bilan kengaytirish maqsadga muvofiq.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

[1] Djumanov J., Egamberdiev Kh., Murodullaev B., Haqnazarova D. Numerical calculation of groundwater geofiltration processes in multilayer porous media // Acta Education. – 2024. – Vol. 1, No. 2. – P. 6–11. DOI: 10.61587/3030-3141-2024-1-2-27-30.

[2] Veчерkovskaya A., Popereshnyak S. Mathematical modeling of the process of fluid filtration through a multi-layer filtering element // Technology Audit and Production Reserves. – 2017. – Vol. 4, No. 3(36). – P. 9–13. DOI: 10.15587/2312-8372.2017.109309.

[3] Shadmanova K., Adizova F. Mathematical modeling of groundwater filtration processes in heterogeneous multilayer porous media under external factors // InterConf. – 2026.

[4] Sadikov R., Mahmudova M., Ne'matov A.R., Nazirov A., Baxriddinov A. Neft qatlam o'tkazuvchanlik parametrlarini bosimga bog'liq o'zgarishi filtrlatsiya jarayonining matematik modeli va sonli yechish usuli // TATU xabarlar. – OAK. – 2025.

[5] Shukurova M., Abdurakhmanova E., Usarkulova F., Botirov M. Mathematical modeling of transient groundwater filtration in multilayered media with a low-permeability barrier // Journal Engineer. – 2025.

[6] Nazirova E., Mahmudova M., Eshqarayeva N., Xujamurotova M. Ikki qatlamli o'zaro dinamik bog'langan gaz konlari filtrlatsiya jarayonini matematik modellash tirish // Development of Science. – OAK. – 2025.

[7] Shukurova M., Yuldoshev N., Abdurakhmanova E., Usarkulova F., Botirov M., Murodov E. The importance and role of mathematical modeling in the study and prediction of hydrodynamic parameters of filtration processes in gas fields // Innovative: International Multi-disciplinary Journal of Applied Technology. – 2025.

[8] Nazirova E., Eshqarayeva N., Xujamurotova M. G'ovak muhitda gaz va neftni filtrlash jarayoni masalalarini yechish va algoritmlarini tahlil qilish // QarDU xabarlar. – OAK. – 2025.

YUQORI SAMARALI SUPERKONDENSATORLAR UCHUN MoO_3 ASOSIDAGI NANOKOMPOZITLARNING GIDROTERMAL SINTEZI

Aytmuratov S.Q¹., Otemisov U.S¹., Sanetullayev E.E¹., Adizov B.Z², S.Suthakaran²

Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti¹

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti²

e-mail: aytmuratov.sultan95@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot yuqori samarali superkondensatorlar uchun molibden uchoksidi (MoO_3) asosidagi nanokompozit materiallarni gidrotermal usulda sintez qilish va ularning elektrokimyoviy xususiyatlarini o'rganishga bag'ishlangan. Superkondensatorlarning energiya sig'imi, quvvat zichligi, zaryadlash-bo'shatish tezligi va siklik barqarorligini oshirish zamonaviy elektrotexnika va energiya saqlash texnologiyalarining muhim yo'nalishlaridan biridir. MoO_3 o'zining yuqori nazariy sig'imi, o'zgaruvchan oksidlanish darajalari va yaxshi elektrokimyoviy faolligi sababli istiqbolli elektrod materiali hisoblanadi. Biroq uning elektr o'tkazuvchanligi nisbatan pastligi va siklik barqarorligining cheklanganligi amaliy qo'llanilishida muayyan muammolarni yuzaga keltiradi.

Tadqiqot davomida MoO_3 asosidagi nanokompozitlar gidrotermal sintez yordamida olinib, sintez harorati, vaqt, boshlang'ich reagentlar nisbati va kompozit tarkibining material xossalari ta'siri tahlil qilinadi. Olingan nanokompozitlarning kristall tuzilishi, morfologiyasi, zarracha o'lchami va sirt xususiyatlari zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlanadi. Shuningdek, elektrodning solishtirma sig'imi, zaryadlash-bo'shatish ko'rsatkichlari, elektrokimyoviy impedansi va siklik barqarorligi baholanadi. Tadqiqot natijalari MoO_3 asosidagi nanokompozitlarning energiya saqlash qurilmalarida samarali elektrod materiali sifatida qo'llash imkoniyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlari: Superkondensatorlar, elektrod, energiya, molibden uchoksidi (MoO_3), zaryadlanish, nanoo‘lcham, ierarxik arxitekturalar, sintez, gidrotermal.

Аннотация. Данное исследование посвящено гидротермальному синтезу нанокompозитных материалов на основе триоксида молибдена (MoO_3) для высокоэффективных суперконденсаторов и изучению их электрохимических свойств. Повышение удельной ёмкости, плотности мощности, скорости зарядки-разрядки и циклической стабильности суперконденсаторов является одним из важных направлений современных технологий накопления и хранения энергии. MoO_3 является перспективным электродным материалом благодаря высокой теоретической ёмкости, переменным степеням окисления и высокой электрохимической активности. Однако относительно низкая электропроводность и ограниченная циклическая стабильность MoO_3 создают определённые проблемы при его практическом применении.

В ходе исследования нанокompозиты на основе MoO_3 получают методом гидротермального синтеза, а также анализируют влияние температуры и продолжительности синтеза, соотношения исходных реагентов и состава композита на свойства получаемых материалов. Кристаллическая структура, морфология, размер частиц и поверхностные характеристики синтезированных нанокompозитов определяются с использованием современных физико-химических методов анализа. Кроме того, оцениваются удельная ёмкость электродов, характеристики зарядки-разрядки, электрохимический импеданс и циклическая стабильность. Полученные результаты позволят определить перспективы применения нанокompозитов на основе MoO_3 в качестве эффективных электродных материалов для современных устройств хранения энергии.

Ключевые слова: Суперконденсаторы, электрод, энергия, триоксид молибдена (MoO_3), зарядка, наноразмер, иерархические архитектуры, синтез, гидротермальный метод.

Abstract. This study focuses on the hydrothermal synthesis of molybdenum trioxide (MoO_3)-based nanocomposite materials for high-performance supercapacitors and the investigation of their electrochemical properties. Improving the energy storage capacity, power density, charge–discharge rate, and cycling stability of supercapacitors is one of the important areas of modern energy storage technologies. MoO_3 is considered a promising electrode material due to its high theoretical capacitance, variable oxidation states, and good electrochemical activity. However, its relatively low electrical conductivity and limited cycling stability present certain challenges for practical applications.

In this study, MoO_3 -based nanocomposites are synthesized using the hydrothermal method, and the effects of synthesis temperature, reaction time, ratio of starting reagents, and composite composition on the properties of the obtained materials are analyzed. The crystal structure, morphology, particle size, and surface characteristics of the synthesized nanocomposites are investigated using modern physicochemical characterization techniques. In addition, the specific capacitance, charge–discharge characteristics, electrochemical impedance, and cycling stability of the electrodes are evaluated. The obtained results will help determine the potential of MoO_3 -based nanocomposites as efficient electrode materials for advanced energy storage devices.

Keywords: Supercapacitors, electrode, energy, molybdenum trioxide (MoO_3), charging, nanoscale, hierarchical architectures, synthesis, hydrothermal method.

KIRISH

Qayta tiklanadigan energiya, elektr transporti, portativ elektronika va ilg'or elektron qurilmalardan foydalanishning ortishi energiyani samarali saqlash texnologiyalariga bo'lgan talabni kuchaytirdi. Superkondensatorlar katta e'tiborni tortdi, chunki ular tez zaryadlanish-razryadlanish, yuqori quvvat zichligi va ajoyib sikl barqarorligini ta'minlab, an'anaviy kondensatorlar va qayta zaryadlanadigan batareyalar o'rtasidagi samaradorlik farqini bartaraf etadi [1, 2]. Ularning zaryad yig'ish mexanizmlariga psevdosig'imli yoki akkumulyator tipidagi elektrod materiallari bilan bog'liq bo'lgan ikki qatlamli elektr sig'imi va faraday jarayonlari kiradi [1, 3]. Uglerodli materiallar yuqori yuza, yaxshi o'tkazuvchanlik va sikllarga chidamliligi tufayli ikki qatlamli elektr kondensatorlarida keng qo'llaniladi. Biroq, ularning asosan faradayik bo'lmagan zaryad yig'ish mexanizmi sig'imini cheklaydi. O'tish metallari oksidlari ($O'MO$), aksincha, qaytar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ta'minlaydi va shuning uchun yuqori sig'imli elektrodlar uchun ko'proq imkoniyatlar yaratadi [4, 5]. Ularning elektrokimyoviy ko'rsatkichlariga tarkibi, kristalligi, morfologiyasi, g'ovakligi, sirt kimyosi va elektrod arxitekturasini kuchli ta'sir ko'rsatadi [4, 5]. Ushbu materiallar orasida molibden uchoksidi (MoO_3) o'zining qatlamli tuzilishi, o'zgaruvchan oksidlanish darajasi va qaytar ionlarni saqlash qobiliyati tufayli ayniqsa jozibador hisoblanadi [6].

MoO_3 superkondensator elektrod materiali sifatida

MoO_3 bir nechta polimorf shakllarda mavjud bo'lib, ularga rombik α - MoO_3 , monoklinik β - MoO_3 va geksagonal h- MoO_3 kiradi. Ular orasida α - MoO_3 energiyani saqlash uchun katta e'tibor qozondi, chunki uning MoO_6 oktaedrik birliklaridan tashkil topgan qatlamli tuzilishi elektrolit-ion o'zaro ta'siri va kiritilishini osonlashtirishi mumkin [6, 7]. Molibdenning o'zgaruvchan oksidlanish darajasi, shuningdek, faraday zaryadining to'planishiga hissa qo'shadigan qaytar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ta'minlaydi. So'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, MoO_3 ning elektrokimyoviy ko'rsatkichlari faza tuzilishi, kristallik darajasi, zarrachalar o'lchami, morfologiyasi, sirt yuzasi, g'ovaklar tuzilishi va nuqsonlar konsentratsiyasiga kuchli bog'liq [6, 7]. Nanoo'lchamli va ierarxik MoO_3 arxitekturalari ion-diffuziya yo'llarini qisqartirishi va elektroaktiv markazlarga kirishni oshirishi mumkin, nuqsonlarni muhandislik qilish, ayniqsa kislorod vakansiyasini hosil qilish, elektron xususiyatlarni o'zgartirishi va elektrokimyoviy faollikni yaxshilashi mumkin [6]. Ushbu afzalliklarga qaramay, toza MoO_3 muhim cheklovlar ega. Uning nisbatan past elektr o'tkazuvchanligi, ayniqsa yuqori tezlikda ishlaganda, elektronlar transportini cheklashi mumkin. Bundan tashqari, ionlarni takroriy kiritish va ajratib olish strukturaviy o'zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin, nanoo'lchamli zarrachalarning agregatsiyasi esa foydalanish mumkin bo'lgan yuza maydonini va faol saytdan foydalanishni kamaytirishi mumkin [6]. Ushbu cheklovlar MoO_3 asosidagi elektrodni takomillashtirish uchun strukturaviy muhandislik, nuqsonlarni o'zgartirish, ierarxik arxitekturalar va murakkab strategiyalarni ishlab chiqishga turtki bo'ldi [6, 7].

MoO_3 asosidagi kompozitlar va interfacial muhandislik jarayoni.

Kompozit shakllantirish alohida elektrod materiallarining cheklovlarini bartaraf etishning samarali strategiyasidir. So'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, MoO_3 ni mos keladigan ikkilamchi komponent bilan birlashtirish bir-birini to'ldiruvchi elektr, elektrokimyoviy va strukturaviy xususiyatlarni ta'minlashi mumkin [5, 6]. Ikkinchi komponentning tabiatiga qarab, kompozit hosil qilish elektrodning bir qancha muhim xarakteristikalarini yaxshilashi mumkin. Birinchidan,

o'tkazuvchan komponent elektron tashilishini osonlashtirishi va ichki qarshilikni kamaytirishi mumkin. Ikkinchidan, elektrokimyoviy faol komponent qo'shimcha oksidlanish-qaytarilish faol markazlarni kiritishi va elektroddan foydalanishni oshirishi mumkin. Uchinchidan, mos keladigan nanoo'lchamli arxitekturalar qisqa transport yo'llarini ta'minlash orqali elektrolitlarning qulayligini va ionlar diffuziyasini yaxshilashi mumkin. To'rtinchidan, strukturaviy integratsiya zarrachalar agregatsiyasini to'xtatishi va elektrodning mexanik hamda elektrokimyoviy barqarorligini yaxshilashi mumkin. G'ovakli va ierarxik arxitekturalar elektrolitlarning kirib borishini va faol joyga kirishni yanada yaxshilashi mumkin [5, 8]. Yaxshilanish esa ikki materialning xossalari qo'shish natijasiga emas. Tarkibiy fazalar orasidagi interfeys zaryad saqlash jarayonida muhim rol o'ynashi mumkin. Kuchli fazalararo kontakt elektron bog'lanish, zaryadning qayta taqsimlanishi, zaryadning uzatilishi va elektrolitlarning o'zaro ta'sirini rag'batlantirishi mumkin. Shunday qilib, to'g'ri ishlab chiqilgan geterointerfeys bir xil komponentlarning oddiy fizik aralashmasidan ko'ra ko'proq elektrokimyoviy foyda keltirishi mumkin [5, 6]. Shuning uchun MoO₃ asosidagi kompozitning samaradorligi uning tarkibi, fazalar taqsimoti, kristalligi, zarrachalar o'lchami, morfologiyasi, g'ovakligi va fazalararo kontaktiga bog'liq. Ikkilamchi fazaning ortiqcha yuklanishi faol markazlarni to'sib qo'yishi yoki diffuziya masofalarini oshirishi mumkin, yetarli bo'lmagan yuklanish esa juda kam samarali interfeyslarni hosil qilishi mumkin. Shu sababli, tarkibni optimallashtirish va fazalararo muhandislik elektron transporti, ion diffuziyasi, oksidlanish-qaytarilish faolligi va strukturaviy barqarorlikning muvozanatli kombinatsiyasini olish uchun muhimdir.

Gidrotermal sintez. Sintez usuli MoO₃ asosidagi materiallarning fazasi, morfologiyasi, kristalligi, zarracha o'lchami va fazalararo xususiyatlariga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Turli xil tayyorlash usullari orasida gidrotermal sintez nanostrukturali elektrod materiallari uchun ayniqsa jozibador, chunki u yadro hosil bo'lishi va kristallar o'sishi uchun boshqariladigan muhitni ta'minlaydi [9, 10]. Gidrotermal reaksiyalar germetik suvli muhitda, yuqori harorat va autogen bosim ostida olib boriladi. O'tmishdosh moddalar konsentratsiyasi, pH, reaksiya harorati, reaksiya vaqti, erituvchi tarkibi va o'tmishdosh moddalar nisbati kabi parametrlar yadro hosil bo'lishi, kristall o'sishi, faza hosil bo'lishi va morfologiyasiga ta'sir ko'rsatishi mumkin [9, 10]. So'nggi tadqiqotlarda gidrotermal sharoitlar elektrod materiallarining morfologiyasi va elektrokimyoviy xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkinligi ta'kidlandi. MoO₃ asosidagi kompozitlar uchun gidrotermal sintez nanoo'lchamli MoO₃ ning boshqariladigan shakllanishini va ikkilamchi komponent bilan yaqin integratsiyani ta'minlashi mumkin. Bunday strukturaviy boshqaruv sirtning qulayligiga, ionlar diffuziyasiga, elektronlarning ko'chishiga va fazalararo zaryad uzatilishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli, MoO₃ asosidagi nanokompozitlarni gidrotermal sintez qilish sharoitlari va kutiladigan xususiyatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

MoO₃ asosidagi nanokompozitlarni gidrotermal sintez qilish jadvali

№	Sintez parametri	Tavsiya etiladigan qiymat/variant	Materialga ta'siri
1	Mo manbai	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ yoki Na ₂ MoO ₄	MoO ₃ hosil bo'lishini ta'minlaydi
2	Uglerod komponenti	Grafen, CNT yoki faol uglerod	Elektr o'tkazuvchanlikni oshiradi

3	Erituvchi	Distillangan/deionizatsiyalangan suv	Reagentlarni eritish va aralashtirish
4	Aralashtirish	30–60 daq	Bir jinsli prekursor eritmasini hosil qiladi
5	Gidrotermal harorat	120–200°C	Kristallanish va nanostruktura shakllanishiga ta'sir qiladi
6	Gidrotermal vaqt	6–24 soat	Kristall o'lchami va morfologiyani belgilaydi
7	pH muhiti	Taxminan 1–7	MoO ₃ fazasi va zarracha morfologiyasiga ta'sir qiladi
8	Quritish	60–100°C	Namlikni yutadi
9	Termik ishlov	300–500°C	Kristallik va kompozit barqarorligini oshiradi
10	Hosil bo'ladigan tuzilma	Nano plastinkalar/gullar/ierarxik struktura	Faol sirt maydonini oshiradi
11	Elektrod materiali	MoO ₃ /uglerod nanokompoziti	Superkondensator elektrodi sifatida ishlatiladi
12	Elektrokimyoviy ko'rsatkich	Solishtirma sig'im	Energiya saqlash samaradorligini baholaydi
13	Zaryad–razryad	GCD va CV usullari	Elektrodning elektrokimyoviy xususiyatlarini aniqlaydi
14	Siklik barqarorlik	Ko'p martalik zaryad–razryad sikllari	Uzoq muddatli ishlash qobiliyatini baholaydi
15	Kutiladigan natija	Yuqori sig'im va yaxshi o'tkazuvchanlik	Yuqori samarali superkondensator olish

Tadqiqotdagi bo'shliq va gipoteza. So'nggi tadqiqotlar MoO₃ asosidagi superkondensatorlarda morfologiyani nazorat qilish, nuqsonlar muhandisligi, ierarxik tuzilmalar va kompozitlarni shakllantirish orqali sezilarli yutuqlarni aniqladi [6, 7]. Xuddi shunday, TMO kompozitlarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, bir-birini to'ldiruvchi komponentlarni birlashtirish o'tkazuvchanlik, faol markazdan foydalanish, ion transporti va strukturaviy barqarorlikni yaxshilashi mumkin [5, 8]. Biroq, kompozitdan olingan yaxshilanish ikkilamchi komponentning tabiati va miqdoriga, eng muhimi, hosil bo'lgan interfeys sifatiga kuchli bog'liq. Shu sababli, MoO₃ asosidagi kompozitlarning tarkibi, fazalar taqsimoti, fazalararo tuzilishi, zaryad uzatish kinetikasi, ion transporti va elektrokimyoviy ko'rsatkichlari o'rtasidagi aniq bog'liqlikni aniqlash tadqiqotning asosiy vazifasi hisoblanadi. Xususan, sof MoO₃ ning o'tkazuvchanligi, faol markazdan foydalanishi, ionlarga kirishi va barqarorlik cheklavlarini bir vaqtning o'zida hal qilish uchun ikkilamchi komponent va geterointerfeysni oqilona optimallashtirish talab etiladi. Shunga ko'ra, MoO₃ ning mos keladigan ikkilamchi funksional komponent bilan boshqariladigan kompozit shakllanishi va fazalararo muhandisligi elektron transportini, elektrolit-ion kirish imkoniyatini, elektroaktiv markazdan foydalanishni va strukturaviy barqarorlikni yaxshilashi mumkinligi haqidagi gipoteza taklif etiladi. Optimallashtirilgan tarkib qulay fazalararo yo'llarni hosil qilishi kutilmoqda, natijada zaryad to'plash kinetikasi, tezlik qobiliyati va sikl barqarorligi yaxshilanadi.

XULOSA

MoO₃ qatlamli tuzilishi, o'zgaruvchan oksidlanish darajasi va qaytar ion yig'ish xususiyatlari tufayli superkondensator elektrodleri uchun istiqbolli oraliq metall oksidi hisoblanadi. Shunga qaramay, uning nisbatan past elektr o'tkazuvchanligi, faol markazdan to'liq foydalanilmasligi va tuzilishining cheklanganligi uning amaliy elektrokimyoviy ko'rsatkichlarini cheklashi mumkin. So'nggi adabiyotlar sharhi shuni ko'rsatadiki, kompozit shakllantirish ushbu cheklovlarni bartaraf etishning samarali yondashuvini taqdim etadi. Mos keladigan ikkilamchi komponent elektr transportini yaxshilashi, qo'shimcha elektroaktiv markazlarni kiritishi, elektrolit-ion diffuziyasini osonlashtirishi, elektrod tuzilishini barqarorlashtirishi va foydali geterointerfeyslarni hosil qilishi mumkin. Biroq, bu yaxshilanishlar shunchaki bir nechta materiallarni birlashtirishga emas, balki tarkib, morfologiya, fazalar taqsimoti va fazalararo bog'lanishga bog'liq. Gidrotermal sintez MoO₃ asosidagi kompozitlarning hosil bo'lishi, kristallanishi, morfologiyasi va integratsiyasini nazorat qilish uchun mos yo'lni ta'minlaydi. Shu sababli, gidrotermal sintezni ratsional fazalararo muhandislik bilan uyg'unlashtirish MoO₃ asosidagi yuqori samarali superkondensator elektrodlerini ishlab chiqishning istiqbolli yo'lini taklif etadi. MoO₃ asosidagi kompozit elektrodlerinin yangi avlodini oqilona loyihalash uchun ularning tarkibi, tuzilishi, interfeysi, transport xususiyatlari va elektrokimyoviy ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Y. Wang, Y. Song, Y. Xia, Electrochemical capacitors: mechanism, materials, systems, characterization and applications, *Chemical Society Reviews* 45 (2016) 5925–5950. <https://doi.org/10.1039/C5CS00580A>.
- [2] J.R. Miller, P. Simon, Electrochemical capacitors for energy management, *Science* 321 (2008) 651–652. <https://doi.org/10.1126/science.1158736>.
- [3] P. Simon, Y. Gogotsi, Materials for electrochemical capacitors, *Nature Materials* 7 (2008) 845–854. <https://doi.org/10.1038/nmat2297>.
- [4] P. Gaikwad, N. Tiwari, R. Kamat, S.M. Mane, S.B. Kulkarni, A comprehensive review on the progress of transition metal oxides materials as a supercapacitor electrode, *Materials Science and Engineering: B* 307 (2024) 117544. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2024.117544>.
- [5] F. Ahmad, A. Shahzad, M. Danish, M. Adnan, S. Atiq, M. Asim, M.A. Khan, Q. ul Ain, et al., Recent developments in transition metal oxide-based electrode composites for supercapacitor applications, *Journal of Energy Storage* 81 (2024) 110430. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.110430>.
- [6] Y. Jia, Y. Ma, Advances in MoO₃-based supercapacitors for electrochemical energy storage, *Journal of Energy Storage* 85 (2024) 111103. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.111103>.
- [7] A.K. Bhojani, M. Jha, A. Joshi, K. Bhargava, G. Singh, D.K. Singh, S. Pathak, V. Kaushik, Layered transition metal oxides (MoO₃, WO₃, Ga₂O₃, V₂O₅) for energy conversion and storage: A comprehensive review, *Journal of Energy Storage* 107 (2025) 114979. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.114979>.

- [8] F. Ran, M. Hu, S. Deng, K. Wang, W. Sun, H. Peng, J. Liu, Designing transition metal-based porous architectures for supercapacitor electrodes: A review, *RSC Advances* 14 (2024) 11482–11512. <https://doi.org/10.1039/D4RA01320D>.
- [9] M.Z. Ansari, K.-M. Seo, S.-H. Kim, S.A. Ansari, Critical aspects of various techniques for synthesizing metal oxides and fabricating their composite-based supercapacitor electrodes: A review, *Nanomaterials* 12 (2022) 1873. <https://doi.org/10.3390/nano12111873>.
- [10] S. Alam et al., Innovating synthesis approaches in advancing electrochemical efficiency: A journey into hydrothermal and sonochemical realms, *Journal of Energy Storage* 78 (2024) 109821. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.109821>

**BAZALT-SELLYULOZA KOMPOZIT FILTRLARI YORDAMIDA NEFT
MAHSULOTLARI VA ORGANIK IFLOSLANTIRUVCHILARNI SUVDAN AJRATISH
SAMARADORLIGI**

**Murodjon Samadiy Abdusalimzoda¹, Sattorov Laziz Xolmurodovich¹, Raxmatov Xudoyor
Boboniyozovich¹, Jo'rayeva Huriyat Zoirovna²**

¹Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston,
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston,

e-mail: samadiy@inbox.ru

e-mail: sattorovlaziz@gmail.com

e-mail: Zavod.lab@mail.ru

e-mail: Huriyat_2025@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur ishda bazalt tolasi va sellyuloza matritsasi asosidagi kompozitsion filtrning neft mahsulotlari hamda organik ifloslantiruvchilarni suvli muhitdan sorbsion ajratish xususiyatlari tahlil qilingan. Benzin, dizel yoqilg'isi va motor moyi, shuningdek fenol, metilen ko'ki, benzol va natriy dodetsilsulfatga nisbatan tozalash samaradorligi baholangan. Neft mahsulotlari uchun tozalash darajasi 92,5–96,2%, organik ifloslantiruvchilar uchun 91,6–96,5% oralig'ida ekanligi aniqlangan. Kompozitning g'ovak tuzilishi, kapillyar sorbsiya va molekulalararo ta'sirlarning tozalash jarayonidagi ahamiyati ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: bazalt tolasi, sellyuloza, kompozitsion filtr, neft mahsulotlari, benzin, dizel yoqilg'isi, motor moyi, fenol, sorbsiya, oqova suv.

Abstract. This study analyzes the sorption-based removal performance of a composite filter based on basalt fiber and a cellulose matrix for separating petroleum products and organic pollutants from aqueous media. The removal efficiency was evaluated for gasoline, diesel fuel, and motor oil, as well as for phenol, methylene blue, benzene, and sodium dodecyl sulfate. The removal efficiency for petroleum products was found to range from 92.5% to 96.2%, while that for organic pollutants ranged from 91.6% to 96.5%. The importance of the composite's porous structure, capillary sorption, and intermolecular interactions in the removal process was demonstrated.

Keywords: basalt fiber, cellulose, composite filter, petroleum products, gasoline, diesel fuel, motor oil, phenol, sorption, wastewater.

Аннотация. В данной работе проанализированы сорбционные свойства композиционного фильтра на основе базальтового волокна и целлюлозной матрицы для удаления нефтепродуктов и органических загрязнителей из водной среды. Оценена эффективность очистки от бензина, дизельного топлива и моторного масла, а также от фенола, метиленового синего, бензола и додецилсульфата натрия. Установлено, что степень очистки от нефтепродуктов составляет 92,5–96,2%, а от органических загрязнителей —

91,6–96,5%. Показана значимость пористой структуры композита, капиллярной сорбции и межмолекулярных взаимодействий в процессе очистки.

Ключевые слова: базальтовое волокно, целлюлоза, композиционный фильтр, нефтепродукты, бензин, дизельное топливо, моторное масло, фенол, сорбция, сточные воды.

KIRISH

Neft-gaz, neft-kimyo, mashinasozlik va boshqa sanoat tarmoqlarida hosil bo'ladigan oqova suvlar ko'p komponentli tarkibga ega. Bunday suvlarda neft mahsulotlari, uglevodorodlar, sirt-faol moddalar, fenollar, bo'yoq moddalari va boshqa organik birikmalarning bir vaqtda mavjud bo'lishi tozalash jarayonini murakkablashtiradi. Shuning uchun bir nechta turdagi ifloslantiruvchilarni bir vaqtning o'zida ajratish imkoniyatiga ega ko'p funktsiyali fil'tr materiallarini yaratish dolzarb hisoblanadi.

Bazalt va sellyulozani bir kompozitsion material tarkibida birlashtirish ushbu vazifani hal qilishning istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Bazalt tolasi mexanik karkas vazifasini bajarib, materialning mustahkamligi va gidravlik barqarorligini ta'minlaydi. Sellyulozali faza esa funksional guruhlarga boyligi va kimyoviy modifikatsiyalanish imkoniyati bilan sorbtсион jarayonlarni amalga oshirish uchun qulay muhit hosil qiladi. Maqolada mazkur sinergetik xususiyat aralash tarkibli oqova suvlarni qisqartirilgan texnologik sxema asosida tozalash imkoniyatini berishi ta'kidlangan.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot obyekti va usullari. Tadqiqot ob'ekti sifatida bazalt tolasi mexanik karkas, sellyuloza esa funksional sorbtсион matritsa vazifasini bajaruvchi kationit kompozit fil'tr qabul qilingan. Neft mahsulotlarini sorbtсiyalash tajribalarida benzin, dizel yoqilg'isi va motor moyidan foydalanilgan. Ularning boshlang'ich konsentratsiyasi 100 mg/l, sorbent massasi 1 g, harorat 25 °C va kontakt vaqti 60 minut qilib belgilangan. Sorbtсия kinetikasi 10–60 minut oralig'ida baholangan. Organik ifloslantiruvchilar sifatida fenol, metilen ko'ki, benzol va natriy dodetsilsulfat (SDS) tanlangan. Bunda ham boshlang'ich kontsentratsiya 100 mg/l va kontakt vaqti 60 minutni tashkil etgan. Fenol sorbtсiyasiga muhit pH qiymatining ta'siri pH=2–8 oralig'ida o'rganilgan.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Neft mahsulotlarining sorbtсiyasi. Neft mahsulotlarini ushlab qolishda Van-der-Vaals kuchlari, gidrofob ta'sirlar, kapillyar kondensatsiya va molekulyar diffuziya asosiy mexanizmlar sifatida qaraladi. Kompozit materialning g'ovak strukturasi uglevodorod molekularining tashqi yuzada va ichki kapillyarlarda to'planishi uchun sharoit yaratadi.

Tajribada benzinning 100 mg/l boshlang'ich kontsentratsiyasi 7,5 mg/l gacha kamayib, 92,5% tozalash darajasiga erishilgan. Dizel yoqilg'isi kontsentratsiyasi 5,2 mg/l gacha pasayib, tozalash samaradorligi 94,8% bo'lgan. Motor moyi uchun eng yuqori natija kuzatilib, qoldiq kontsentratsiya 3,8 mg/l va tozalash samaradorligi 96,2% ni tashkil etgan.

Shunday qilib, neft mahsulotlarini ajratish samaradorligini quyidagi tartibda ifodalash mumkin:

Motor moyi > dizel yoqilg'isi > benzin.

Motor moyining yuqori darajada ushlab qolinishi uning nisbatan yuqori molekulyar massasi va kam uchuvchan uglevodorod fraktsiyalarining kompozitning g'ovak strukturasi kuchliroq ushlanishi bilan izohlanadi. Materialda maksimal neft sig'imi 8,7 g/g gacha yetgan.

Sorbsiya kinetikasi ham muhim natijalarni ko'rsatgan. 10, 20, 30, 40, 50 va 60 minutda tozalash samaradorligi mos ravishda 52, 71, 84, 90, 94 va 96% ni tashkil qilgan. Birinchi 30 minutda jarayonning tez kechishi tashqi yuzadagi bo'sh sorbsion markazlarning ko'pligi bilan bog'liq. Keyinchalik ichki diffuziya qarshiligi va faol markazlarning to'yinishi natijasida jarayon sekinlashib, 50–60 minutda muvozanat holatiga yaqinlashgan.

Organik ifloslantiruvchilarning sorbsiyasi

Kompozit filtr organik moddalarni ajratishda ham yuqori samaradorlikni ko'rsatgan. Bu jarayonda molekulyar adsorbsiya, vodorod bog'lari, ion almashinish, kapillyar sorbsiya va ayrim aromatik birikmalar uchun π -o'zaro ta'sirlar ishtirok etadi.

Fenolning boshlang'ich konsentratsiyasi 100 mg/l bo'lganda tozalashdan keyin 8,4 mg/l gacha kamaygan va samaradorlik 91,6% ni tashkil qilgan. Benzol uchun tozalash darajasi 92,8%, SDS uchun 93,2% va metilen ko'ki uchun 96,5% ga yetgan.

Natijada organik ifloslantiruvchilarga nisbatan selektivlik:

Metilko'ki > SDS > benzol > fenol

tartibida bo'lgan.

Metilen ko'ki uchun maksimal sorbsion sig'im 96,5 mg/g ni tashkil etgan. Fenolni ajratishda esa pH=6–7 oralig'ida tozalash samaradorligi 95–96% gacha yetgan.

XULOSA

Tadqiqot natijalari bazalt–tsellyuloza kompozitsion filtri neft mahsulotlari va turli tabiatli organik ifloslantiruvchilarni suvdan yuqori samaradorlik bilan ajratish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatadi.

Neft mahsulotlari uchun tozalash samaradorligi 92,5–96,2% oralig'ida bo'lib, eng yuqori natija motor moyi uchun qayd etildi. Organik moddalarda esa samaradorlik 91,6–96,5% ni tashkil qilib, metilen ko'kiga nisbatan eng yuqori sorbsion faollik kuzatildi.

Olingan natijalar bazalt-sellyuloza kompozitsion filtrlarini neft-gaz va neft-kimyo sanoati oqova suvlarini dastlabki hamda kompleks tozalash jarayonlarida qo'llash istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Rocky M.M.H., Rahman I.M.M., Biswas F.B. et al. *Cellulose-based materials for scavenging toxic and precious metals from water and wastewater: A review*. Chemical Engineering Journal. 2023;472: 144677.

[2] Aslam A.A., Hassan S.U., Saeed M.H. et al. *Cellulose-based adsorbent materials for water remediation*. Journal of Cleaner Production. 2023;421: 138555.

[3] Jamshaid A., Hamid A., Muhammad N. et al. *Cellulose-based Materials for the Removal of Heavy Metals from Wastewater – An Overview*. ChemBioEng Reviews. 2017;4(4):240–256.

[4] Darmenbayeva A. et al. *Cellulose-Based Sorbents: A Comprehensive Review of Current Advances in Water Remediation and Future Prospects*. Molecules. 2024;29(24):5969.

BAZALT–SELLYULOZA KATIONIT FILTRIDA SUVNI YUMSHATISH, NaCl BILAN REGENERATSIYA VA EKSPLOATATSION BARQARORLIKNI BAHOLASH

Murodjon Samadiy Abdusalimzoda¹, Sattorov Laziz Xolmurodovich¹, Raxmatov Xudoyor Boboniyozovich¹, Jo‘rayeva Huriyat Zoirovna²

¹Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: samadiy@inbox.ru

e-mail: sattorovlaziz@gmail.com

e-mail: Zavod.lab@mail.ru

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: Huriyat_2025@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda bazalt–sellyuloza asosidagi kationit kompozit filtrning Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini ajratish orqali suvni yumshatish xususiyatlari, ion-almashinish sig‘imi, filtratsiya tezligining jarayon samaradorligiga ta‘siri va natriy xlorid eritmasi yordamida regeneratsiya qilish imkoniyati tahlil qilingan. Suvning umumiy qattiqligi 10,0 mg-ekv/l dan 0,8 mg-ekv/l gacha pasaytirilib, 92% yumshatish samaradorligiga erishilgan. Statik ion-almashinish sig‘imi 3,8 mg-ekv/g ni tashkil qilgan. 10% NaCl eritmasi bilan besh marta regeneratsiyadan keyin ham samaradorlik 90% darajasida saqlangan.

Kalit so‘zlar: bazalt, sellyuloza, kationit, suv qattiqligi, Ca^{2+} , Mg^{2+} , ion almashinish, NaCl, regeneratsiya, suv tayyorlash.

Abstract. This study analyzes the water-softening performance of a basalt–cellulose-based cation-exchange composite filter through the removal of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions, its ion-exchange capacity, the effect of filtration rate on process efficiency, and the feasibility of regeneration using a sodium chloride solution. The total water hardness was reduced from 10.0 mg-eq/L to 0.8 mg-eq/L, achieving a softening efficiency of 92%. The static ion-exchange capacity was 3.8 mg-eq/g. After five regeneration cycles using a 10% NaCl solution, the filter maintained an efficiency of 90%.

Keywords: basalt, cellulose, cation exchanger, water hardness, Ca^{2+} , Mg^{2+} , ion exchange, NaCl, regeneration, water treatment.

Аннотация. В данной работе проанализированы свойства композиционного катионообменного фильтра на основе базальта и целлюлозы для умягчения воды посредством удаления ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , определена его ионообменная ёмкость, изучено влияние скорости фильтрации на эффективность процесса, а также рассмотрена возможность регенерации с использованием раствора хлорида натрия. Общая жёсткость воды была снижена с 10,0 до 0,8 мг-экв/л, при этом эффективность умягчения составила 92%. Статическая ионообменная ёмкость составила 3,8 мг-экв/г. После пяти циклов регенерации 10%-ным раствором NaCl эффективность фильтра сохранялась на уровне 90%.

Ключевые слова: базальт, целлюлоза, катионообменник, жёсткость воды, Ca^{2+} , Mg^{2+} , ионный обмен, NaCl, регенерация, водоподготовка.

KIRISH

Sanoat va maishiy suv tayyorlash tizimlarida suv qattiqligini kamaytirish muhim texnologik jarayonlardan biri hisoblanadi. Suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining yuqori kontsentratsiyasi

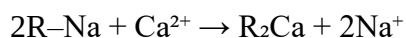
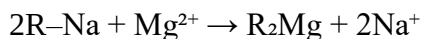
issiqlik almashinuv apparatlari, qozonlar, quvurlar va boshqa texnologik qurilmalar yuzasida cho'kmalar hosil bo'lishiga sharoit yaratadi. Shuning uchun suvni yumshatishda samarali va qayta tiklanadigan kationit materiallardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Bazalt-sellyuloza kompozitsion filtrda sellulozali funksional faza suv tarkibidagi kationlarni ion almashinish orqali ushlab qoladi. Bazalt tolasi esa materialga mexanik mustahkamlik va gidravlik barqarorlik beradi. Bu xususiyatlar kompozitsion materialni dinamik filtratsiya jarayonlarida qo'llash imkonini kengaytiradi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Suvni yumshatish mexanizmi va tadqiqot usuli. Suvni yumshatish tajribalari umumiy qattiqligi 10 mg-ekv/l bo'lgan suvda o'tkazilgan. Filtr massasi 100 g, suv sarfi 2 l/min, harorat 25 °C va filtr qatlami balandligi 250 mm qilib belgilangan.

Kationitning Na-shaklida Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining almashinishi quyidagi sxemalar bo'yicha kechadi:



Bunda filtrdagi Na^+ ionlari suv tarkibidagi qattiqlik hosil qiluvchi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlariga almashinadi. To'yingan kationitni qayta Na-shaklga o'tkazish uchun 10% NaCl eritmasidan foydalanilgan.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Suvni yumshatish natijalari. Tajriba natijalari kompozitsion filtrning suv qattiqligini sezilarli darajada pasaytirishini ko'rsatgan. Boshlang'ich umumiy qattiqlik 10,0 mg-ekv/l bo'lganda filtrlashdan keyin ushbu ko'rsatkich 0,8 mg-ekv/l gacha kamaygan.

Shunday qilib, umumiy yumshatish samaradorligi: $\eta = 92\%$ ni tashkil qilgan.

Kalsiy kontsentratsiyasi 140 mg/l dan 12 mg/l gacha, magniy kontsentratsiyasi esa 65 mg/l dan 7 mg/l gacha kamaygan.

Kationitning statik ion-almashinish sig'imi 3,8 mg-ekv/g, dinamik sig'imi 3,2 mg-ekv/g, ishchi sig'imi esa 2,9 mg-ekv/g ni tashkil qilgan. Maqbul filtratsiya tezligi 10–15 m/soat oralig'ida ekanligi aniqlangan.

Filtratsiya tezligining ortishi jarayon samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatgan. Tezlik 5 m/soatdan 25 m/soatga oshirilganda tozalash samaradorligi 96% dan 84% gacha pasaygan. Bu yuqori tezlikda suv bilan kationitning funksional markazlari o'rtasidagi kontakt vaqti qisqarishi bilan bog'liq. Shu sababli 10–15 m/soat diapazoni texnologik jihatdan maqbul deb baholangan.

NaCl yordamida regeneratsiya

Kationit filtrning muhim afzalliklaridan biri uni oddiy NaCl eritmasi yordamida regeneratsiya qilish imkoniyatidir. Regeneratsiya jarayonida Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan to'yingan funksional markazlar qayta Na-shaklga o'tkaziladi.

Maqolada 10% NaCl eritmasi bilan o'tkazilgan besh sikllik regeneratsiya natijalari keltirilgan. Birinchi siklda samaradorlik 94%, ikkinchi siklda 93%, uchinchi siklda 92%, to'rtinchi siklda 91% va beshinchi siklda 90% ni tashkil qilgan.

Bu natijalar kompozitsion filtrning funksional markazlari regeneratsiyadan keyin ham yuqori faolligini saqlashini ko'rsatadi. NaCl asosidagi regeneratsiyaning muhim texnologik afzalliklari reagentning nisbatan arzonligi va kationitning Na-shaklini qayta tiklash imkoniyati bilan belgilanadi.

Kompozitning ekspluatatsion barqarorligi

Sanoat filtri uchun sorbsion yoki ion-almashinish sig'iminining yuqori bo'lishi bilan birga, uning kimyoviy va mexanik barqarorligi ham muhimdir.

Kompozit materialning 5% HCl, 10% H₂SO₄, 5% NaOH, 10% KOH va 10% NaCl muhitlaridagi massa yo'qotilishi mos ravishda 1,8; 2,3; 1,5; 2,1 va 0,7% ni tashkil qilgan. Eng past massa yo'qotilishi aynan 10% NaCl muhitida — 0,7% bo'lgan. Bu NaCl eritmasining regeneratsiya uchun maqbulligini ekspluatatsion jihatdan ham ko'rsatadi.

Uzoq muddatli sinovlarda 180 sutkadan keyin massa yo'qotilishi 2,2% ni tashkil qilgan. Bu natija bazalt mineral karkasining kompozit strukturasi mexanik jihatdan barqarorlashtirishda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi.

Umumiy ko'p siklli baholashda 10 ta regeneratsiya siklidan keyin ham filtratsiya samaradorligi 88%, ion-almashinish sig'imi esa 3,2 mg-ekv/g darajasida saqlangan. Boshlang'ich 3,8 mg-ekv/g ko'rsatkichga nisbatan sig'imning taxminan 84% qismi saqlanib qolgan.

Texnologik va iqtisodiy ahamiyati. Kompozit filtrning amaliy istiqbolini belgilaydigan omillardan biri uning gidravlik xususiyatlaridir. Maqolada energiya sarfi 0,41 kVt·soat/m³ deb baholangan. Taqqoslash uchun aktiv ko'mirda 0,72, seolitda 0,65 va ionit smolada 0,59 kVt·soat/m³ ko'rsatkichlari keltirilgan.

1000 m³/sut quvvatli shartli korxona uchun energiya tejamkorligi 0,18 kVt·soat/m³, yillik energiya tejami esa 65 700 kVt·soat deb baholangan.

Shu jihatdan mahalliy bazalt xom ashyosi va sellyuloza asosida tayyorlangan, NaCl bilan qayta tiklanuvchi kationit filtri import qilinadigan sintetik ionitlarga bo'lgan talabni qisman kamaytirish imkoniyatini beruvchi material sifatida qaralishi mumkin.

XULOSA

Bazalt-sellyuloza asosidagi kationit kompozit filtr suvni yumshatishda yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Umumiy qattiqlik 10,0 mg-ekv/l dan 0,8 mg-ekv/l gacha kamayib, yumshatish darajasi 92% ni tashkil qildi. Statik ion-almashinish sig'imi 3,8 mg-ekv/g, dinamik sig'im 3,2 mg-ekv/g va ishchi sig'im 2,9 mg-ekv/g bo'ldi.

10% NaCl eritmasi bilan besh marta regeneratsiyadan keyin ham yumshatish samaradorligining 90% darajasida saqlanishi materialni ko'p siklli suv tayyorlash jarayonlarida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Kompozitning kimyoviy va mexanik barqarorligi hamda past gidravlik qarshiligi uni sanoat suv tayyorlash tizimlarida istiqbolli filtr materiali sifatida baholash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Rocky M.M.H., Rahman I.M.M., Biswas F.B. et al. *Cellulose-based materials for scavenging toxic and precious metals from water and wastewater: A review*. Chemical Engineering Journal. 2023;472: 144677.

[2] Aslam A.A., Hassan S.U., Saeed M.H. et al. *Cellulose-based adsorbent materials for water remediation*. Journal of Cleaner Production. 2023;421: 138555.

[3] Jamshaid A., Hamid A., Muhammad N. et al. *Cellulose-based Materials for the Removal of Heavy Metals from Wastewater – An Overview*. ChemBioEng Reviews. 2017;4(4):240–256.

[4] Hokkanen S., Bhatnagar A., Sillanpää M. *A review on modification methods to cellulose-based adsorbents to improve adsorption capacity*. Water Research. 2016;91:156–173.

BAZALT–SELLYULOZA KATIONIT KOMPOZITIDA SUVNI YUMSHATISH JARAYONIGA FILTRATSIYA TEZLIGI VA MASSA ALMASHINISHNING TA‘SIRI

Murodjon Samadiy Abdusalimzoda¹, Sattorov Laziz Xolmurodovich¹, Raxmatov Xudoyor Boboniyozovich¹, Jo‘rayeva Huriyat Zoirovna²

¹Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: samadiy@inbox.ru

e-mail: sattorovlaziz@gmail.com

e-mail: Zavod.lab@mail.ru

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: Huriyat_2025@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda bazalt tolasi va sellyuloza asosidagi funksional kationit fazadan tashkil topgan kompozitsion filtrning suvni yumshatish jarayonidagi ion almashinish va massa almashinish qonuniyatlari tahlil qilingan. Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini ajratish samaradorligi, statik, dinamik va ishchi ion-almashinish sig‘imlari, shuningdek filtratsiya tezligining tozalash jarayoniga ta‘siri o‘rganilgan. Umumiy qattqlik 10,0 mg-ekv/l dan 0,8 mg-ekv/l gacha kamayib, yumshatish samaradorligi 92% ni tashkil etgan. Filtratsiya tezligining 5 dan 25 m/soatga ortishi bilan tozalash darajasi 96 dan 84% gacha pasaygan va 10–15 m/soat texnologik jihatdan maqbul diapazon sifatida aniqlangan.

Kalit so‘zlar: bazalt, sellyuloza, kationit, suvni yumshatish, Ca^{2+} , Mg^{2+} , massa almashinish, filtratsiya tezligi, ion almashinish, dinamik sig‘im.

Abstract. This study analyzes the ion-exchange and mass-transfer mechanisms involved in the water-softening process using a composite filter consisting of basalt fiber and a cellulose-based functional cation-exchange phase. The removal efficiency of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions, as well as the static, dynamic, and working ion-exchange capacities, was investigated. The effect of filtration rate on the purification process was also evaluated. The total water hardness decreased from 10.0 mg-eq/L to 0.8 mg-eq/L, corresponding to a softening efficiency of 92%. As the filtration rate increased from 5 to 25 m/h, the removal efficiency decreased from 96% to 84%. A filtration rate range of 10–15 m/h was identified as technologically optimal.

Keywords: basalt, cellulose, cation exchanger, water softening, Ca^{2+} , Mg^{2+} , mass transfer, filtration rate, ion exchange, dynamic capacity.

Аннотация. В данной работе проанализированы закономерности ионного обмена и массопереноса в процессе умягчения воды с использованием композиционного фильтра, состоящего из базальтового волокна и функциональной катионообменной фазы на основе целлюлозы. Исследована эффективность удаления ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , а также определены статическая, динамическая и рабочая ионообменные ёмкости. Изучено влияние скорости фильтрации на эффективность процесса очистки. Общая жёсткость воды была снижена с 10,0 до 0,8 мг-экв/л, при этом эффективность умягчения составила 92%. При увеличении скорости фильтрации с 5 до 25 м/ч степень очистки снизилась с 96 до 84%. Диапазон скорости фильтрации 10–15 м/ч был определён как технологически оптимальный.

Ключевые слова: базальт, целлюлоза, катионообменник, умягчение воды, Ca^{2+} , Mg^{2+} , массоперенос, скорость фильтрации, ионный обмен, динамическая ёмкость.

KIRISH

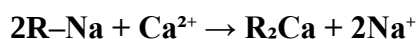
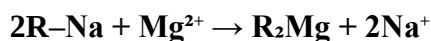
Suv tayyorlash tizimlarida suv qattiqligini pasaytirish muhim texnologik jarayonlardan biri hisoblanadi. Qattiqlikni asosan Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari hosil qilib, ularning yuqori kontsentratsiyasi issiqlik almashinish apparatlari, texnologik quvurlar va boshqa qurilmalarda tuzli cho'kmalar hosil bo'lishiga olib keladi. Shu sababli suvni samarali yumshatishga qodir, qayta tiklanadigan va gidravlik barqaror kationit materiallarni ishlab chiqish dolzarb ahamiyatga ega.

Bazalt-sellyuloza kompozitsion materialda bazalt tolasi gidravlik va mexanik karkas vazifasini bajaradi. Sellyuloza fazasi esa ionogen funksional markazlarni ta'minlab, suv tarkibidagi ikki valentli kationlarni ion almashinish mexanizmi bo'yicha bog'laydi. Bazalt tolali struktura filtr qatlamining siqilib qolishini kamaytiradi va suyuq fazadagi ionlarning faol markazlarga yetib borishi uchun g'ovak kanallar hosil qiladi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot usuli. Tadqiqot ob'ekti sifatida bazalt tolasidan tashkil topgan mineral karkas hamda ionogen funksional markazlarga ega sellyuloza matritsasi asosidagi kationit filtr qabul qilingan.

Suvni yumshatish jarayonida Na-shakldagi kationit markazlari Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan quyidagi reaksiyalar bo'yicha almashinadi:



Tajribalarda suvning boshlang'ich umumiy qattiqligi 10 mg-ekv/l, filtr massasi 100 g, suv sarfi 2 l/min, harorat 25°C va ishchi filtr qatlami balandligi 250 mm qilib belgilangan. Dinamik fil'tratsiya tezligi 5–25 m/soat oralig'ida o'zgartirilgan.

Suvni yumshatish samaradorligi

Ekspiriment natijalari kompozit fil'trning qattiqlik ionlariga nisbatan yuqori ion-almashinish faolligini ko'rsatgan.

Suvning umumiy qattiqligi:

10,0 mg-ekv/l → 0,8 mg-ekv/l gacha pasaygan va umumiy yumshatish samaradorligi 92% ni tashkil etgan.

Kalsiy konsentratsiyasi 140 mg/l dan 12 mg/l gacha kamayib, uni ajratish samaradorligi 91,4% bo'lgan. Magniy konsentratsiyasi esa 65 mg/l dan 7 mg/l gacha pasaygan va tozalash darajasi 89,2% ni tashkil qilgan.

Natijalar Na-shakldagi kationit markazlarining ikki valentli ionlarga yuqori almashinish qobiliyatini ko'rsatadi.

Ion-almashinish sig'implari

Kompozit material uchun uch xil ion-almashinish sig'imi aniqlangan:

- statik sig'im — **3,8 mg-ekv/g;**
- dinamik sig'im — **3,2 mg-ekv/g;**
- ishchi sig'im — **2,9 mg-ekv/g.**

Statik va dinamik sig'implar o'rtasidagi farq suyuq fazadagi ionlarning sorbent ichiga diffuziyalanishi, kontakt vaqtining cheklanganligi hamda massa almashinish zonasining kolonka sharoitida to'liq ishlanmasligi bilan bog'liq.

Shu sababli sanoat filtr kolonkalarini hisoblashda faqat statik sig'im ko'rsatkichiga tayanish yetarli emas. Real ekspluatatsiya sharoiti uchun dinamik va ishchi sig'im asosiy hisobiy parametr sifatida qabul qilinishi maqsadga muvofiq.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Filtratsiya tezligining massa almashinishga ta'siri

Filtratsiya tezligi massa almashinish jarayonini belgilaydigan eng muhim texnologik omillardan biri hisoblanadi.

5 m/soat tezlikda tozalash samaradorligi 96% bo'lgan. Tezlik 10 m/soatga oshirilganda samaradorlik 94%, 15 m/soatda 92%, 20 m/soatda 88% va 25 m/soatda 84% ni tashkil qilgan.

Filtratsiya tezligi ortishi bilan ionlarning sorbentning funktsional markazlari bilan kontakt vaqti qisqaradi. Natijada massa almashinish fronti kolonka bo'ylab tezroq siljiydi va ion almashinishning to'liqligi kamayadi.

Boshqa tomondan, filtratsiya tezligini juda past saqlash ham sanoat miqyosida maqbul emas, chunki qurilmaning unumdorligi pasayadi.

Shu sababli tajriba natijalari asosida 10–15 m/soat oralig'i yuqori unumdorlik va yetarli tozalash samaradorligi o'rtasidagi texnologik kompromiss sifatida baholangan.

Massa almashinish nuqtai nazaridan tahlil. Kationit kolonkasida tozalash jarayoni faqat kimyoviy ion almashinish reaksiyasi bilan cheklanmaydi. Jarayon bir nechta ketma-ket bosqichdan iborat: suyuq faza hajmidan ionning sorbent tashqi yuzasiga harakati, tashqi diffuziya, sorbent ichki g'ovaklariga kirish, ichki diffuziya va funktsional markazlarda ion almashinish. Shu sababli dinamik sharoitda filtrning umumiy samaradorligi funktsional markazlar sonigagina emas, balki ularga ionlarning yetib borish tezligiga ham bog'liq. Bazalt tolali karkasning mavjudligi g'ovak kanallarni saqlab turishi va sellyuloza fazasining zichlashishini cheklashi bilan massa almashinish jarayoni uchun qulay gidrodinamik sharoit yaratadi.

XULOSA

Bazalt–sellyuloza kationit kompoziti suvni yumshatish jarayonida yuqori samaradorlik namoyon qildi. Suvning umumiy qattiqligi 10,0 dan 0,8 mg-ekv/l gacha pasayib, 92% yumshatishga erishildi. Materialning statik, dinamik va ishchi ion-almashinish sig'implari mos ravishda 3,8; 3,2 va 2,9 mg-ekv/g ni tashkil qildi. Filtratsiya tezligi 5 dan 25 m/soatga oshirilganda tozalash darajasining 96 dan 84% gacha pasayishi kontakt vaqti va massa almashinish fronti harakatining texnologik ahamiyatini tasdiqladi. 10–15 m/soat filtratsiya tezligi sanoat kolonkalarini loyihalash uchun maqbul boshlang'ich diapazon sifatida qabul qilinishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Aslam A.A., Hassan S.U., Saeed M.H. et al. Cellulose-based adsorbent materials for water remediation. *Journal of Cleaner Production*. 2023;421: 138555.

[2] Darmenbayeva A. et al. Cellulose-Based Sorbents: A Comprehensive Review of Current Advances in Water Remediation and Future Prospects. *Molecules*. 2024;29(24):5969.

[3] Shi R.J. et al. Multifunctional Cellulose and Cellulose-Based (Nano)Composites for Water Remediation. 2022.

[4] Jamshaid A., Hamid A., Muhammad N. et al. Cellulose-based Materials for the Removal of Heavy Metals from Wastewater – An Overview. *ChemBioEng Reviews*. 2017;4(4):240–256.

KVANT-KIMYOVIY HISOBLASHLARNING ORGANIK MOLEKULALARNI O'RGANISHDA ISHLATILISHI

Saidakbarova Roziya, Islomova Madina, Egamberdiyev Yo'ldosh, Kodirov Abduxad

Qarshi davlat universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: roziyasaidakbarova64@gmail.com

E-mail: islomovamadina454@gmail.com

E-mail: yoldoshegamberdiyev65@gmail.com

E-mail: kodirov.aa@qarshidu.uz

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy kimyo va unga turdosh sohalarda kvant-kimyoviy hisoblash usullarining organik molekulalarning tuzilishi hamda xossalarini o'rganishdagi o'rni yoritilgan. Reaksiyaga kirishish qobiliyati, molekulyar orbitallar nazariyasi, elektron zichligi taqsimoti hamda spektral xarakteristikalarini prognozlashda kvant-kimyoviy modellashirishning afzalliklari tahlil qilingan. Shuningdek, nazariy hisoblashlar va tajriba (eksperiment) natijalarining o'zaro mosligi hamda yangi organik birikmalar va dori vositalarini maqsadli sintez qilishda ushbu usullardan foydalanish istiqbollari ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: kvant kimyosi, organik molekulalar, kvant-kimyoviy hisoblashlar, elektron zichligi, molekulyar orbitallar, modellashirish, reaksiyon qobiliyat.

Аннотация. В статье рассматривается роль квантово-химических вычислительных методов в изучении структуры и свойств органических молекул в современной химии и смежных областях. Анализируются преимущества квантово-химического моделирования в прогнозировании реакционной способности, теории молекулярных орбиталей, распределения электронной плотности и спектральных характеристик. Также показано соответствие теоретических расчетов экспериментальным результатам и перспективы использования этих методов в целенаправленном синтезе новых органических соединений и лекарственных препаратов.

Ключевые слова: квантовая химия, органические молекулы, квантово-химические расчеты, электронная плотность, молекулярные орбитали, моделирование, реакционная способность.

Abstract. The article highlights the role of quantum-chemical computational methods in studying the structure and properties of organic molecules within modern chemistry and related fields. It analyzes the advantages of quantum-chemical modeling in predicting reactivity, molecular orbital theory, electron density distribution, and spectral characteristics. Furthermore, the correspondence between theoretical calculations and experimental results is discussed, along with the prospects of utilizing these methods for the targeted synthesis of new organic compounds and pharmaceutical agents.

Keywords: quantum chemistry, organic molecules, quantum-chemical calculations, electron density, molecular orbitals, modeling, reactivity.

KIRISH

Hammamizga ma'lumki, jahon miqyosida biologik faolligi yuqori bo'lgan, tarkibida turli funksional guruhlar saqlagan yangi organik molekulalarni maqsadli sintez qilish usullarini ishlab

chiqish va ularni amaliyotda qo'llash juda muhimdir. Bunday molekulalar orasida aminonitrillar va ularning modifikatsiya mahsulotlari muhim o'rin tutadi.

Qishloq xo'jaligi va tibbiyot amaliyotida turli sinf aminonitrillar asosida yaratilgan preparatlar insektitsidlar, antigelmint, anti-giperglikemik vositalar, osteoporoz va suyak metastazi, o'pka kasalligi, saraton, yallig'lanish va diabetga qarshi vositalar sifatida qo'llanilmoqda. Ta'kidlash lozimki, α -aminonitril fragmenti turli tabiiy birikmalar molekulasida aniqlangan, α -aminonitril guruhi esa yangi gipoglikemik dorilar, istiqbolli farmakologik va agrokimyoviy preparatlarning muhim fragmenti hisoblanadi. Shuning uchun, tarkibida α -aminonitril fragmentini saqlagan turli kimyoviy birikmalarning maqsadli sintezini va kimyoviy o'zgarishlarini amalga oshirish, ularning fizik-kimyoviy va biologik xossalarini aniqlash, tanlab olingan "nomzod" birikmalar asosida yangi dori vositalarini yaratish uchun ilmiy tadqiqotlar olib borish juda dolzarb hisoblanadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotlar kvant-kimyoviy hisoblashlar orqali amalga oshirildi [1-3]. Bunda, geometrik va elektron tuzilish hisob-kitoblari natijalarini yuqoridagi olingan ma'lumotlar bilan solishtirish ham ko'zda tutildi. Shuningdek, atomlarda elektron zaryadlarning qayta taqsimlanishiga metilen guruhlari sonining ta'siri haqida ilmiy xulosa chiqarish va shu orqali birikmalarning reaksiyon qobiliyatini aniqlash mumkin.

Dastlabki geometriya GaussView 5.0 dasturi yordamida tuzilgan va 3-21G asosli to'plam bilan DFT-B3LYP usulidan foydalangan holda hisob-kitoblarni bajarishda Gaussian 98 dasturidan foydalanildi [4] hamda barcha geometrik parametrlar to'liq optimallashtirildi.

Ushbu hisoblash usuli ilmiy tadqiqotlarda avval bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlarda [5-6] turli biologik faol birikmalarning elektron tuzilishi va ularning reaksiyon qobiliyatini o'rganish maqsadida muvaffaqiyatli ishlatilgan.

Umuman olganda, *bis*-aminonitril molekulasida juda qutbli hisoblanadi. Shuningdek, qutblanish vektorining yo'nalishi asosiy skelet chizig'iga perpendikulyar yo'nalganligi aniqlandi.

Odatda, chegaraviy orbitallarning tuzilishi va energiya qiymatlari reaksiyon qobiliyatning muhim ko'rsatkichi sifatida ishlatiladi, shuning uchun, biz reagentlarning chegaraviy orbitallarining energiya qiymatini keltirdik. Reaksiya mahsuloti orbitallarining joylashishidan ko'rinib turibdiki, funksional guruhlarning markazda joylashish simmetriyasiga qaramasdan, chegaraviy orbitallar (YuBMO va QEMO) molekula skeletining turli uchlarida joylashgan.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Jadvallar va rasmlarda keltirilgan ma'lumotlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, metilen guruhlari sonining ko'payishi bilan diaminlar atomlaridagi zaryadlar o'zgaradi, shuning uchun reaksiya mahsulotlarining unumdorligi sezilarli darajada oshadi.

Biz Gaussian98 dasturi [4] yordamida BDA ning kvant-kimyoviy hisoblashlarini 3-21G asosli to'plamdan foydalangan holda DFT B3LYP (*Density Functional Theory Becke 3-parameter Lee Yang Parr*) usuli yordamida amalga oshirdik. Bu yondashuv biz tomonimizdan olib borilgan bir qancha ilmiy tadqiqot ishlarida [5,6] sintez qilingan birikmalarni o'rganishda muvaffaqiyatli qo'llanilgan.

Turli kimyoviy birikmalarning, shuningdek alifatik diaminlarning reaksiyon qobiliyatni baholash uchun model birikmaning (BDA) YuBMO (*Yuqori band molekular orbitallar*, VZMO (*Verxniy zapolnennyy molekularnyy orbital*)) va QEMO (*Quyi erkin molekular orbitallar*, NSMO

(Nijnyaya svobodnaya molekularnaya orbital)) chegaraviy orbitallari shaklini ham hisobga olish muhim hisoblanadi.

Yuqori band molekular orbitaldagi (YuBMO) elektron zichlik aminoguruhlarda joylashgani aniq tasvirlab berilgan. Shuning uchun, elektrofilning hujumi shu guruhda sodir bo'lib, reaksiya mahsuloti - 2,2'-(butan-1,4-diilbis(azandiil))bis(2-metilpropannitril) ni hosil qiladi.

Ilmiy nuqtai nazardan, bir qator polimetilen diaminlar: **a**-mono-, **b**-di- **c**-tri- va **d**-tetrametilendiaminlarning atomlarida elektron zaryadlarning o'zgarishini solishtirish qiziqish uyg'otadi:

XULOSA

Ma'lumotlariga ko'ra, aminoguruhlardagi azot atomlarida manfiy zaryad va vodorod atomlarida musbat zaryad kamayib, ular orasidagi bog'lanish energiyasi sinxron ravishda kamayadi, bu esa aminoguruhdagi protonlarning harakatchanligini oshishiga xizmat qildi. Shuning uchun, N-H bog'larining uzilishi qulayligi sababli molekulaning asetonsiangidrin bilan reaksiyaga kirishish qobiliyati oshishiga olib keldi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1]. Мамарахмонов М.Х., Кодиров А.А., Аскарлов И.Р., Элмуродов Б.Ж. Квантово-химическое изучение реакции синтеза N.N-бис(α-цианизопропил)этилендиамин // Universum: Химия и биология: -2022. Часть 1. - № 8(98). С. 45-48.

[2]. Кодиров А.А., Мамарахмонов М.Х., Элмуродов Б.Ж., Элмуродов Ш.Ж., Найдарова М. Квантово-химическое обоснование синтеза N.N-бис(α-цианизопропил)пропилендиамин // Universum: Химия и биология: - 2022. Часть 2. - №12(102). -С. 67-70.

[3]. Kodirov A.A., Elmuradov B.J., Gerald Dräger, //Holger Butenschön^c Synthesis and crystal structural analysis of methylene-group bridged bis-aminonitriles // Problems and prospects of chemistry of goods and folk medicine. Materials of the Xth International Scientific and Practical Conference (Andijan, 2023, on September 14-15) –P. 42-44

[4]. Frisch M.J.F. and etc. Gaussian 98. Revision A.5, Gaussian Inc. - Pittsburg (PA), - 1998. –P. 58-62.

[5]. Аскарлов И.Р., Мамарахмонов М.Х., Обидова Ш.А. Квантово-химическое исследование электронного строения биологически активного препарата фенибут // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. -2021. -№11(89). [Част 2. Стр. 5-8.](#)

[6]. Мамарахмонов М.Х., Жалолов И.Ж., Усмонова А.А. Квантово-химическое исследование электронного строения и реакционной способности донаксина, выделенного из растения *Arundo Donax L.* // Universum: химия и биология: -2021. -№11(89). Часть 1. Стр. 89-92.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ОТБЕЛЬНЫХ ГЛИН

Суванова Ф.У.

Каршинский государственный технический университет, Республика Узбекистан,
г.Карши

Аннотация. В данной статье рассмотрены способы утилизации отбельных глин, которые образуются в виде отходов в процессе адсорбционной рафинации растительных масел и скапливаясь в больших количествах на маслозаводах без переработки наносят большой вред окружающей среде.

Ключевые слова: утилизация, отбельные глины, адсорбция, регенерация.

Annotatsiya. Maqolada o'simlik moylarini adsorbsion rafinatsiyalash jarayonida chiqindi sifatida hosil bo'ladigan va qayta ishlanmasdan yog' zavodlarida ko'p miqdorda to'planib, atrof-muhitga katta zarar etkazadigan oqartiruvchi tuproqlarni qayta ishlash usullari tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: utilizatsiya, oqartiruvchi gillar, adsorbsiya, regeneratsiya.

Abstract. This article discusses methods for the disposal of bleaching clays, which are formed as waste during the adsorption refining of vegetable oils and accumulate in large quantities at oil mills without processing, causing great harm to the environment.

Keywords: waste disposal, bleaching clays, adsorption, regeneration.

ВВЕДЕНИЕ

Растительные масла содержат в своём составе наряду с такими полезными веществами как эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты, необходимые для нормального роста и развития организма, жирорастворимые витамины А, D, E, K, фосфолипиды, регулирующие жировой обмен в организме и другие, ряд веществ, снижающих пищевую и физиологическую ценность продуктов, а также затрудняющие их переработку. Количество и состав примесей, находящихся в сырых маслах, колеблется в широком интервале и зависит от вида масла, качества использованного сырья и способа его переработки. Такие масла, как, например, хлопковое или соевое, из-за наличия токсических примесей, темного цвета, повышенной кислотности в сыром виде в пищу не применяются, они должны быть предварительно очищены. Для очистки жиров от ряда примесей используется процесс рафинационной адсорбции. Для этого широко применяют отбельные земли, получаемые из природных бентонитовых глин –алюмосиликатов: асканит, гумбрин, фуллерову землю и др. [1].

МАТЕРИАЛЫ ВА МЕТОДЫ

Отбельные глины представляют собой продукты минерального происхождения силикатной (SiO_2) или алюмосиликатной ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2$) природы. Основными компонентами бентонитовых глин являются монтмориллонит, который после модификации используется в нефтегазовой, пищевой, косметической, фармакологической и строительной промышленности, минеральные соли алюминия, кремния, кальция и др. Бентонит является

биологически активным веществом, добавление его в корм и с удобрениями в почву повышает продуктивность животных и урожайность сельскохозяйственных культур.

В процессе адсорбционной рафинации (отбели) масла выдерживают в контакте с отбельными порошками, а затем отделяют отработанный адсорбент фильтрацией. Количество вводимого порошка колеблется в пределах 0,5–2,0% от массы отбеливаемого масла. Отработанные отбельные порошки вместе с поглощенными красящими веществами и другими примесями содержат значительное количество масла, каротиноиды, обладающие высокой биологической ценностью. В конце технологического процесса с каждой тонны отходит в среднем около 60 кг жирной глины с содержанием до 35% жира.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отработанные отбеливающие порошки представляют собой малотранспортабельную массу. На некоторых предприятиях из отработавших отбельных порошков готовят специальные мыльные пасты. Однако такие способы довольно трудоёмкие и на предприятиях не используются [2]. Способы утилизации отбельных глин предполагают последующее её применение в производстве кирпича, керамзита, цемента, газобетона, используют в качестве добавки дорожные битумы [3]. Большое количество отработанной отбельной земли хранится на территории самих предприятий либо размещается на полигонах [4]. Отбельные глины, содержащие большое количество жира, на открытом воздухе способны самовозгораться, поэтому хранение их на полигонах опасный метод [5].

На маслоперерабатывающих предприятиях Узбекистана отработанные отбельные глины не обезжиривают и достаточно ценный продукт вывозится на свалку. В зависимости от качества хлопкового масла и его назначения расходуются различные количества адсорбента, в среднем его норма составляет 1,5 % от массы отбеливаемых масел и жиров. Количество отработанных отбельных жирных глин в Узбекистане достигает 1,0-2,0 тыс. т (в пересчете на жиры) в год [6].

В Узбекистане имеется ряд крупных месторождений природных адсорбентов, которые были исследованы нами в качестве адсорбентов в процессе адсорбционной рафинации хлопкового масла, а также в качестве адсорбентов-детоксикантов в процессе его гидрирования [7, 8]. Исследования показали, что данные адсорбенты по своим осветляющим и адсорбционным свойствам не уступают импортным аналогам [8]. Образующиеся при этом отходы рафинации в виде использованной отбельной глины мы применяли в качестве добавок для обогащения шрота.

В бентонитовых глинах содержатся практически все макро- и микроэлементы, необходимые живому организму, в связи с этим бентонитовые глины применяются в медицине и ветеринарии в качестве адсорбентов для борьбы с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Считается, что эти глины обладают способностью адсорбировать яды, бактерии и токсины, обволакивать воспаление слизистой оболочки пищеварительного тракта.

Использование отработанных бентонитовых глин в животноводстве и птицеводстве позволяет не только повысить продуктивность животных и птиц, но и обеспечить профилактику болезней. Для обогащения в состав шротов вводится до 3-5% жирной глины. Однако основная часть отработанной отбельной глины, скапливаясь в больших количествах, представляет серьезную экологическую опасность.

При изучении способов переработки и утилизации отработанных глин следует помнить, что они являются хорошими адсорбентами с высокоразвитой поверхностью. Переработку таких глин необходимо проводить таким образом, чтобы восстановить их первоначальные сорбционные свойства. Немаловажным фактором является также экономическая целесообразность способов регенерации.

Существуют методы флотационной очистки, экстракции растворителями. Для применения этих методов необходимы специальные установки, доступные экстрагенты. Это связано с дополнительными затратами, что, в конечном итоге, сказывается на себестоимости сорбентов.

Для обезжиривания отработанных отбелных глин на Касанском маслоэкстракционном заводе перед разгрузкой фильтров их продували паром. Однако при этом происходит увлажнение глины, в результате образуется вязкая масса. В связи с этим вместо пара применяли воздух. Это позволило снизить содержание масла в отработанной отбелной глине до 10-15%.

Были предприняты попытки извлечения масла из отбелных глин методом вываривания в котлах с водой. При охлаждении масла всплывают на поверхность, собираются в специальный бак и направляются в мыловаренный цех. Однако это не позволяет применять отбелные глины в качестве сорбентов например, для очистки воды - после обработки в отработанных глинах еще содержится значительное количество жира.

Природные бентонитовые глины малоактивны и для повышения активности их подвергают специальной обработке. Для активации их обрабатывают кислотой, затем подвергают термообработке при температуре 200-300⁰С. Это способствует увеличению удельной поверхности и активности адсорбента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ методов применения и переработки отработанных отбелных глин показал, что их можно использовать для увеличения кормовой ценности шрота, в результате он обогащается липидами, фосфатидами, токоферолом, минеральными элементами. Природные минералы соответствуют всем требованиям, регламентированным техническим условиями по предельно допустимым концентрациям вредных радиоактивных компонентов, что позволило использовать их в экспериментах в качестве минеральных добавок в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц. Включение в рацион откормочных свиней 10 и 20 г бентонита натрия на 1 голову в сутки увеличивает прирост их живой массы соответственно на 10,49 и 13,40% по сравнению с контролем, а также повышает выход туши на 2,92 и 3,50%, выход жира на 10,71 и 17,86%, калорийность мяса на 7,04 и 10,21%, снижает затраты кормов на 1 ц прироста на 7,82 и 7,85%. Цеолиты с размерами частиц 0,5-2,5 мм оказались хорошей диетической добавкой в кормлении взрослой птицы. Внесение их в состав корма кур увеличило сохранность поголовья на 1,5-2,0%, повысило яйценоскость на 5-8%, улучшило качество скорлупы.

Основную часть отработанных глин можно подвергать термообработке после предварительного обезжиривания путем продувки. Термообработку целесообразно проводить при температуре около 300⁰С, при этом будут разрушаться триглицериды и другие органические соединения. Однако для применения этого метода восстановления сорбционных

свойств отбельных глин, учитывая, что природные бентонитовые глины имеют различный химический состав, необходимо изучить их физико-химические свойства.

В настоящее время для выявления наиболее рационального способа регенерации отработанных глин изучаются различные свойства отбеливающих глин, применяемых на маслозаводах, а также природных глин, добываемых в республике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. и др. Технология переработки жиров.- М.: Пищепромиздат, 1998, 452 с.

[2] Горелова О. М. Поиск путей утилизации отходов в производстве масел / О. М. Горелова, Л. В. Куртукова. – Текст: электронный // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2019. – №2 (50). – Часть 2. – С. 232–237.

[3] Доценко С. П. Переработка отходов предприятия как элемент системы экологического менеджмента качества / С. П. Доценко, Н. Я. Губанова, А. Б. Боровский, И. С. Арустамова, О. А. Касьянова.// Тенденции и перспективы развития современного научного знания : материалы V международной научно-практической конференции. – М.: Спецкнига, 2012. – С. 135–140.

[4] Горелова О. М. Поиск путей утилизации отходов в производстве масел / О. М. Горелова, Л. В. Куртукова. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2019. – №2 (50). – Часть 2. – С. 232–237.

[5] Мустафаев С. К. Разработка комплексной технологии переработки отходов масложирового производства / С. К. Мустафаев, Е. О. Смычагин.// Научные труды КубГТУ. – 2019. – № 3. – С. 883–895.

[6] Масложировая промышленность Республики Узбекистан: современное состояние, перспективы развития и инвестиционные возможности. АПК-Информ. Февраль 2023

[7] Suvanova F., Ikromov O., Axmedov A., Farmonov J. Changing the cotton oil factors and miscell in process adsorbtion refining. CBU international conference on integration and innovation in science and education. april 7-14, 2013, Prague, Czech Republic.

[8] Суванова Ф.У., Икромов О.А. Файзиева У.М. Исследование свойств природных адсорбентов, используемых при отбелке хлопкового масла. Химический журнал Казахстана. Алматы, Специальный выпуск. 2012. –С.370-373.

LI-ION BATAREYALAR UCHUN QATTIQ POLIMER ELEKTROLITLARNI TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI

Mamatkarimov Odiljon¹, O'ktamaliyev Bekzod²

¹ Oliy Majlisi Senatining Fan, ta'lim va sog'liqni saqlash masalalari qo'mitasi raisi

² Namangan davlat pedagogika instituti katta o'qituvchisi

e-mail: uktamaliyevb@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda Li-ion batareyalarda qo'llash uchun qattiq polimer elektrolitlarni tayyorlash texnologiyasi va ularning ion transport xususiyatlari tahlil qilindi. Polimer matritsa hamda litiy tuzlari asosida tayyorlanadigan elektrolitlarda ionlarning ko'chish mexanizmi, elektr o'tkazuvchanlik, impedans va dielektrik xususiyatlarning tarkib va haroratga bog'liqligi ko'rib chiqildi. Elektrolit plyonkasini tayyorlashda boshlang'ich komponentlarni quritish, polimer va tuzni belgilangan nisbatda aralashtirish, suvsiz erituvchida gomogen eritma hosil qilish, inert asosga quyish hamda vakuum sharoitida quritish asosiy texnologik bosqichlar sifatida baholandi. Elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi yordamida hajmiy qarshilik va ion o'tkazuvchanlikni aniqlash imkoniyati ko'rsatildi. Polimer matritsada Li^+ ionlarining transporti polimer zanjirlaridagi funksional guruhlar bilan koordinatsion o'zaro ta'sir va segmental harakatchanlik bilan bog'liqligi ta'kidlandi. Harorat, tuz konsentratsiyasi, polimerning kristallik darajasi va plyonka morfologiyasi elektrolitning transport parametrlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Natijalar qattiq polimer elektrolitlar tarkibi va tayyorlash sharoitlarini kompleks optimallashtirish Li-ion batareyalarning xavfsizligi va elektrokimyoviy samaradorligini oshirish uchun muhim ekanini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Li-ion batareya, qattiq polimer elektrolit, PMMA, LiTf, ion o'tkazuvchanlik, impedans spektroskopiyasi.

Аннотация. В работе рассмотрена технология получения твердых полимерных электролитов для литий-ионных батарей и проанализированы их ионно-транспортные свойства. Основное внимание уделено влиянию состава полимерной матрицы, концентрации литиевой соли, температуры и морфологии пленки на электрические характеристики электролита. Технологическая последовательность включает сушку исходных компонентов, приготовление однородного раствора полимера и соли в безводном растворителе, формирование пленки на инертной подложке и вакуумную сушку. Для определения объемного сопротивления и ионной проводимости рассмотрено применение электрохимической импедансной спектроскопии. Перенос Li^+ в полимерной матрице связан с координационным взаимодействием ионов с функциональными группами макромолекул и сегментальной подвижностью полимерных цепей. Показано, что оптимизация состава и технологических условий является важным условием повышения безопасности и эффективности литий-ионных батарей.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, твердый полимерный электролит, PMMA, LiTf, ионная проводимость.

Abstract. This work considers the preparation technology of solid polymer electrolytes for lithium-ion batteries and analyzes their ion-transport properties. Particular attention is paid to the

effects of polymer-matrix composition, lithium-salt concentration, temperature, and film morphology on electrolyte performance. The technological sequence includes drying of the starting components, preparation of a homogeneous polymer-salt solution in an anhydrous solvent, film formation on an inert substrate, and vacuum drying. Electrochemical impedance spectroscopy is considered for determining bulk resistance and ionic conductivity. Li^+ transport in the polymer matrix is associated with coordination between lithium ions and functional groups of macromolecules as well as segmental motion of polymer chains. Optimization of composition and processing conditions is therefore important for improving the safety and electrochemical performance of lithium-ion batteries.

Keywords: lithium-ion battery, solid polymer electrolyte, PMMA, LiTf , ionic conductivity, impedance spectroscopy.

KIRISH

Li-ion batareyalar yuqori solishtirma energiya zichligi, yuqori ish kuchlanishi va uzoq siklik xizmat muddati tufayli portativ elektronika, elektr transporti va energiya saqlash tizimlarida keng qoʻllaniladi. Anʼanaviy organik suyuq elektrolitlarning yonuvchanligi va oqib chiqish ehtimoli batareya xavfsizligini cheklovchi omillardan hisoblanadi. Shu sababli qattiq polimer elektrolitlar egiluvchanligi, yupqa plyonka shaklida olinishi va elektrod sirtiga yaxshi moslashishi tufayli istiqbolli yoʻnalish sifatida qaralmoqda.

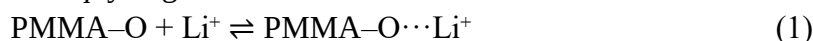
Polimer elektrolitlarda Li^+ ionlarining transporti polimer zanjiridagi qutbli funksional guruhlar bilan koordinatsion oʻzaro taʼsir hamda makromolekulalarning segmental harakati bilan bogʻliq. Uktamaliyev B.I. va hammualliflar LiTf va MgTf_2 tuzlari saqlagan polimer elektrolitlarning transport xususiyatlarini, shuningdek impedans va ion oʻtkazuvchanlik parametrlarini tadqiq qilganlar [1–3]. Ushbu ishlar Li-ion batareyalar uchun polimer elektrolitlarni elektrofizik tavsiflashda impedans spektroskopiyasining muhimligini koʻrsatadi.

Mazkur ishning maqsadi Li-ion batareyalar uchun qattiq polimer elektrolitlarni tayyorlash texnologiyasini tahlil qilish, polimer-litij tuzi tizimlarida ion transportini belgilovchi omillarni koʻrsatish va elektrolit xususiyatlarini optimallashtirishning texnologik yoʻnalishlarini asoslashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Qattiq polimer elektrolit tayyorlash uchun polimer matritsa sifatida PEO yoki PMMA kabi litij tuzlari bilan kompleks hosil qila oladigan polimerlardan foydalanish mumkin. Litij ionlari manbai sifatida LiTFSI yoki LiTf tuzlari qoʻllanadi. Boshlangʻich komponentlar namlik taʼsirini kamaytirish maqsadida vakuum sharoitida quritiladi. Keyin polimer va litij tuzi belgilangan nisbatda suvsiz organik erituvchida eritilib, bir jinsli eritma hosil boʻlguncha aralashtiriladi. Eritma inert asosga quyilib, erituvchi bosqichma-bosqich chiqariladi va membrana vakuumda quritiladi.

PMMA asosidagi tizimlarda Li^+ ionlarining efir kislorodi bilan koordinatsiyasini soddalashtirilgan holda quyidagicha ifodalash mumkin:



Elektrolitning ion oʻtkazuvchanligi elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi orqali aniqlangan hajmiy qarshilik asosida hisoblanadi:

$$\sigma = L / (R_{\beta} A) \quad (2)$$

bu yerda σ — ion o'tkazuvchanlik; L — polimer elektrolit plyonkasining qalinligi; R_p — hajmiy qarshilik; A — elektrodning faol yuzasi. Impedansning real va mavhum tashkil etuvchilarini chastotaga bog'liq ravishda tahlil qilish polimer elektrolitdagi ion transporti va relaksatsion jarayonlar haqida ma'lumot beradi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Qattiq polimer elektrolitning ion o'tkazuvchanligi polimerning amorf fazasi, tuz konsentratsiyasi, harorat va segmental harakatchanlik bilan belgilanadi. PEO asosidagi tizimlarda kristallikning yuqori bo'lishi xona haroratida ion transportini cheklashi mumkin. Harorat oshishi bilan segmental harakat kuchayadi va Li^+ ionlarining koordinatsion markazlar orasida ko'chishi osonlashadi.

Uktamaliyev B.I. va hammualliflarning $LiTf$ va $MgTf_2$ saqlagan polimer elektrolitlar bo'yicha tadqiqotlari transport parametrlarini impedans ma'lumotlari asosida baholashga qaratilgan [1]. Mualliflarning boshqa ishlarida Li -ion batareyalaridagi polimer elektrolitlarning ion o'tkazuvchanligini elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi orqali aniqlash [2] hamda qattiq polimer elektrolitlarning ion o'tkazuvchanligi va dielektrik xususiyatlarini o'rganish [3] masalalari ko'rib chiqilgan. Bu natijalar tayyorlash texnologiyasi bilan elektrofizik parametrlar orasidagi bog'liqlikni baholash uchun tajribaviy asos yaratadi.

Texnologik nuqtai nazardan polimer va litiy tuzi nisbatini optimallashtirish muhim. Tuz miqdori juda kam bo'lsa, mobil zaryad tashuvchilar soni yetarli bo'lmaydi; haddan tashqari yuqori konsentratsiyada esa ion juftlari yoki agregatlar hosil bo'lishi va polimer segmental dinamikasi o'zgarishi mumkin. Shuningdek, qoldiq erituvchi va namlik elektrolitning elektr, mexanik va elektrokimyoviy xususiyatlariga ta'sir qilishi sababli vakuumda quritish jarayoni muhim texnologik bosqich hisoblanadi.

Polimer elektrolitlarni takomillashtirishda amorf faza ulushini oshirish, polimerlarni aralashtirish, plastifikatsiyalash hamda noorganik nanozarrachalar yoki litiy-ion o'tkazuvchi keramik fazalarni kiritish istiqbolli hisoblanadi. Bunda yuqori ion o'tkazuvchanlik bilan bir qatorda mexanik mustahkamlik va elektrod–elektrolit chegarasining barqarorligini ta'minlash zarur.

XULOSA

Li -ion batareyalar uchun qattiq polimer elektrolitlarni eritmadan quyish usulida tayyorlash nisbatan sodda va moslashuvchan texnologiya hisoblanadi. Komponentlarni quritish, polimer–tuz nisbatini tanlash, gomogen eritma tayyorlash, plyonka shakllantirish va vakuumda quritish yakuniy elektrolitning transport xususiyatlarini belgilovchi asosiy bosqichlardir. Kelgusida polimer tarkibi, tuz konsentratsiyasi, amorf faza ulushi va elektrod–elektrolit interfeysini birgalikda optimallashtirish xavfsiz va samarali Li -ion hamda qattiq holatdagi batareyalar yaratishda muhim yo'nalish bo'lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1]. Uktamaliyev B.I., Kufian M.Z., Abdulkarimov A.A., Harudin N., Mamatkariyev O.O., Abidin Z.H.Z., Osman Z., Arof A.K. Determination of transport properties for polymer electrolytes containing $LiTf$ and $MgTf_2$ salts // Molecular Crystals and Liquid Crystals. — 2023. — Vol. 763, No. 1. DOI: 10.1080/15421406.2023.2191446.

[2]. Mamatkarimov O.O., Uktamaliyev B.I., Abdukarimov A.A. Determination of ionic conductivity of polymer electrolytes in Li-ion batteries using electrochemical impedance spectroscopy // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. — 2021. — Vol. 11, No. 7. — P. 141–146. DOI: 10.5958/2249-7137.2021.01735.3.

[3]. Uktamaliyev B.I., Abdukarimov A.A., Mamatkarimov O.O., Ergasheva M. Ionic Conductivity and Dielectric Constant of a Solid Polymer Electrolyte Containing LiTf and MgTf₂ Salts // Converter. — 2021. — No. 7. — P. 897–902.

[4]. Fenton D.E., Parker J.M., Wright P.V. Complexes of alkali metal ions with poly(ethylene oxide) // Polymer. — 1973. — Vol. 14. — P. 589.

[5]. Xue Z., He D., Xie X. Poly(ethylene oxide)-based electrolytes for lithium-ion batteries // Journal of Materials Chemistry A. — 2015. — Vol. 3. — P. 19218–19253.

KRISTALGA KIRITMA KIRITISHNING CHOXRALSKIY USULI

Raximjonova Kamolaxon Rustamjon qizi

Qo‘qon davlat universiteti, Farg‘ona viloyati, Qo‘qon shahri, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu tezisda yarimo‘tkazgich materiallarga kiritma atomlarini kiritishning Choxralskiy usuli haqida ma’lumot berilgan. Choxralskiy usuli yuqori sifatli monokristallar olishda keng qo‘llaniladigan texnologik usullardan biri hisoblanadi. Usulning asosiy mohiyati eritilgan materialdan maxsus sharoitda monokristall o‘stirish va kristall tarkibiga kerakli kiritma elementlarini bir tekis taqsimlashdan iborat. Mazkur texnologiya kremniy, germaniy va boshqa yarimo‘tkazgich materiallarni olishda muhim ahamiyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *yarimo‘tkazgich, monokristall, kiritma, Choxralskiy usuli, kremniy, donor, akseptor, kristall panjara.*

Аннотация. *В данной диссертации представлена информация о методе Чохральского для введения примесных атомов в полупроводниковые материалы. Метод Чохральского — один из широко используемых технологических методов получения высококачественных монокристаллов. Основная суть метода заключается в выращивании монокристалла из расплавленного материала в особых условиях и равномерном распределении необходимых примесных элементов в кристаллической структуре. Эта технология важна для получения кремния, германия и других полупроводниковых материалов.*

Ключевые слова: *полупроводник, монокристалл, внедрение, метод Чохральского, кремний, донор, акцептор, кристаллическая решетка.*

Abstract. *This thesis provides information about the Czochralski method of introducing impurity atoms into semiconductor materials. The Czochralski method is one of the widely used technological methods for obtaining high-quality single crystals. The main essence of the method is to grow a single crystal from a molten material under special conditions and evenly distribute the necessary impurity elements in the crystal structure. This technology is important in obtaining silicon, germanium and other semiconductor materials.*

Keywords: semiconductor, single crystal, insertion, Czochralski method, silicon, donor, acceptor, crystal lattice.

KIRISH

Yarimo‘tkazgichlarning elektr xossalarini boshqarish uchun ularning tarkibiga juda kichik miqdorda begona atomlar, ya’ni kiritmalar kiritiladi. Kiritma atomlarining turi va konsentratsiyasi materialning elektr o‘tkazuvchanligi, zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi hamda boshqa fizik xususiyatlarini o‘zgartirishi mumkin. Kremniy va germaniy kabi yarimo‘tkazgichlarda kiritmalarni boshqariladigan tarzda kiritish zamonaviy mikroelektronika va yarimo‘tkazgich asboblari ishlab chiqarishning muhim bosqichlaridan biridir. Bunday materiallarni tayyorlashda Choxralskiy usuli alohida o‘rin egallaydi.

Choxralskiy usulining mohiyati. Choxralskiy usulida dastlab yarimo‘tkazgichning boshlang‘ich materiali maxsus tigelda yuqori haroratda eritiladi. Eritma kerakli haroratga keltirilgandan so‘ng, unga kristall tuzilishga ega bo‘lgan kichik “urug‘” kristall tushiriladi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Urug‘ kristall eritmaga tekkizilgach, u sekinlik bilan yuqoriga tortib olinadi va bir vaqtning o‘zida aylantiriladi. Eritmadagi atomlar urug‘ kristallning kristall panjarasiga mos ravishda joylashib, asta-sekin katta monokristall hosil qiladi.

Jarayonni soddalashtirib quyidagicha tasavvur qilish mumkin:

Eritma → urug‘ kristall → tortib olish va aylantirish → monokristall

Kiritma atomlarining kiritilishi. Choxralskiy usulining muhim afzalliklaridan biri — kristall o‘sishi jarayonida kiritma elementlarining material tarkibiga qo‘shilish imkoniyatidir. Masalan, kremniy kristaliga III guruh elementlaridan bor kiritilsa, u akseptor xususiyatga ega bo‘lib, p-tipli yarimo‘tkazgich hosil bo‘lishiga olib keladi. V guruh elementlari, masalan fosfor yoki mishyak kiritilganda esa donor tipidagi kiritma hosil bo‘lib, n-tipli yarimo‘tkazgich olinadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Bu jarayonni oddiy ko‘rinishda quyidagicha ifodalash mumkin: Kremniy + bor → p-tipli kremniy. Kremniy + fosfor → n-tipli kremniy. Kiritma atomlarining miqdori juda kichik bo‘lishiga qaramay, ular yarimo‘tkazgichning elektr xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Choxralskiy usulining asosiy bosqichlari. Choxralskiy usulida kristall olish jarayoni bir necha asosiy bosqichdan iborat:

1. Boshlang‘ich yarimo‘tkazgich materiali tigelda joylashtiriladi.
2. Material yuqori haroratda eritiladi.
3. Kerakli kiritma elementi eritmaga qo‘shiladi yoki boshlang‘ich material tarkibida mavjud bo‘ladi.
4. Urug‘ monokristall eritmaga tekkiziladi.
5. Urug‘ kristall sekin yuqoriga tortiladi va aylantiriladi.
6. Eritmadan kristallning yangi qatlamlari hosil bo‘lib boradi.
7. Natijada katta diametrli monokristall olinadi.
8. Hosil bo‘lgan kristall keyinchalik plastinalarga kesilib, yarimo‘tkazgich asboblari tayyorlashda ishlatiladi.

Usulning afzalliklari. Choxralskiy usuli bir qator muhim afzalliklarga ega. Birinchidan, katta o'lehamdagi monokristallar olish imkonini beradi. Ikkinchidan, kristall tarkibidagi kiritmalar konsentratsiyasini ma'lum darajada boshqarish mumkin. Uchinchidan, olingan kristallardan mikroelektronika uchun zarur bo'lgan yupqa plastinalar tayyorlash mumkin. Ayniqsa, kremniy monokristallarini olishda ushbu usul sanoat miqyosida katta ahamiyatga ega. Zamonaviy integral mikrosxemalarning asosiy materiali bo'lgan kremniy plastinalarining katta qismi yuqori sifatli monokristall kremniydan tayyorlanadi.

XULOSA

Choxralskiy usuli yarimo'tkazgich materiallarning monokristallarini olish va ularning elektr xususiyatlarini boshqarishda muhim texnologiyalardan biridir. Ushbu usul yordamida kristall o'sishi jarayonida donor yoki akseptor xususiyatga ega kiritmalarni material tarkibiga kiritish mumkin. Kiritma turini va uning miqdorini boshqarish orqali n-tipli yoki p-tipli yarimo'tkazgich materiallar olish imkoniyati yaratiladi.

Shunday qilib, Choxralskiy usuli zamonaviy yarimo'tkazgich fizikasi, mikroelektronika va integral mikrosxemalar texnologiyasida muhim o'rin egallaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Neamen D.A. *Semiconductor Physics and Devices*. McGraw-Hill.
- [2] S.M. Sze, K.K. Ng. *Physics of Semiconductor Devices*. Wiley.
- [3] Bahodirxonov M.K. *Yarimo'tkazgichlar fizikasi va texnologiyasi*.
- [4] Zikrillayev N.F. *Yarimo'tkazgichlar fizikasi*.
- [5] Campbell S.A. *The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication*. Oxford University Press.

IKKI IQLIM MINTAQALI SHAROITIDA INTENSIV ALMASHLAB EKISHDA UGLEROD OQIMLARINING O'ZGARISHI

Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, 180100, Qarshi, O'zbekiston

e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com

Rasulov Ne'mat Shokir o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti 180100, Qarshi, O'zbekiston E-mail:

nemtrasulov59@gmail.com

Annotatsiya. *Qishloq xo'jaligi ekin maydonlarining uglerodni (C) sekvestratsiya qilish imkoniyati so'nggi yillarda katta ilmiy qiziqish uyg'otmoqda, chunki ushbu jarayon global iqlim o'zgarishlarini yumshatishda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin. Shu bilan birga, Germaniyadagi ekin maydonlaridan atmosferaga chiqarilayotgan CO₂ miqdori so'nggi o'n yilliklarda tuproq organik uglerodi (TOU) zaxiralarining kamayishi bilan bog'liq holda ortib borgan. Biroq, uzoq muddatli dala tajribalari hamda so'nggi yillarda amalga oshirilgan eddi kovariatsiya (EC) o'lchovlari Yevropa ekin maydonlarining uglerodni yutuvchi cho'kindi (sink) yoki atmosferaga chiqaruvchi manba (source) sifatidagi roli haqida bir-biridan farq qiluvchi natijalarni ko'rsatmoqda. Shu munosabat bilan, ushbu tadqiqotda 2010–2017-yillar davomida Germaniyaning janubi-g'arbiy qismidagi iqlim sharoitlari turlicha bo'lgan Kraichgau (KR) va Svabiya Yurasi (SJ) hududlarida joylashgan intensiv boshqariladigan oltita ekin maydonida EC usuli yordamida CO₂ ning so'feketizim almashinuvi (NEE) sakkiz yil davomida o'lchandi.*

Kalit so'zlar: *Uglerod, eddi kovariatsiya, turli mintaq, uglerod almashuvi, iqlim o'zgarishi.*

Аннотация. *Потенциал сельскохозяйственных угодий по секвестрации углерода (C) в последнее время стал предметом научных дискуссий, поскольку данный процесс может существенно способствовать смягчению последствий глобального изменения климата. В то же время выбросы диоксида углерода (CO₂) с сельскохозяйственных угодий Германии в последние десятилетия непрерывно увеличивались вследствие потерь органического углерода почвы (SOC). Однако результаты долгосрочных экспериментов и недавних измерений методом эдди-ковариации (EC) дают противоречивые сведения о способности сельскохозяйственных угодий Европы выступать в качестве поглотителя или источника углерода. В течение восьми лет (2010–2017 гг.) с использованием метода EC проводились измерения чистого экосистемного обмена (NEE) CO₂ на шести интенсивно управляемых сельскохозяйственных угодьях, расположенных в двух климатических регионах юго-западной Германии — Крайхгау (KR) и Швабской Юре (SJ).*

Ключевые слова: *углерод, эдди-ковариация, различные регионы, обмен углерода, изменение климата.*

Annotation. *The carbon (C) sequestration potential of croplands has recently become a topic of debate, as it can significantly contribute to mitigating global climate change. In contrast, carbon dioxide (CO₂) emissions from German cropland have increased continuously in recent decades as a result of soil organic carbon (SOC) losses. However, long-term experiments and recent eddy covariance (EC) measurements have yielded conflicting results on the C sink or source function of*

European croplands. Over eight years (2010–2017), we measured the net ecosystem exchange (NEE) of CO₂ in six intensively managed croplands in two climatic regions of southwestern Germany (Kraichgau (KR) and Swabian Jura (SJ)) using the EC technique.

Key words: Carbon, eddy covariance, different regions, carbon exchange, climate change.

KIRISH

Ekin maydonlari bilan qoplangan yer maydonlari katta miqdordagi va tuproq-o‘simlik tizimining tez-tez buzilishi bilan yuqori dinamik xususiyatga ega bo‘lganligi sababli global uglerod (C) tsikli uchun muhim rol o‘ynaydi. Germaniyada 2016 yilda yer maydonlarining 33% ekin maydonlari bilan qoplangan, bu qishloq xo‘jaligida foydalaniladigan maydonlarning 71% ga to‘g‘ri keladi. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Iqlim o‘zgarishi to‘g‘risidagi asosiy konvensiyasi (UNFCCC) doirasida e‘lon qilingan Germaniyaning ekin maydonlaridan taxminan CO₂ emissiyalari 2016 yilda 14577 Gg ni tashkil etdi, bu nemis CO₂ emissiyalarining 1,9% ga teng. Ushbu ekin maydonlarining CO₂ emissiyalari doimiy ravishda oshib bormoqda, ya‘ni 1990 yildan beri 17,2% ga oshib, ekin maydonlarining issiqxona gazini (IG) kamaytirish uchun potentsiali ekanligini ta‘kidladi. Ma‘lum qilinadigan ekin maydonlarining CO₂ chiqindilarining katta qismi organik tuproqlarga to‘g‘ri keladi, qolgan qismi esa yaqinda ekin maydonlariga aylantirilgan o‘tloqlarga to‘g‘ri keladi. Yaxshi qishloq xo‘jaligi amaliyotida bo‘lgan ekin maydonlari odatda uzoq muddatli barqaror tuproq organik uglerod (TOU) tarkibini ko‘rsatish hisoblanadi. Bunga qarama-qarshi ravishda, eddi kovariatsiya (EC) oqim minoralari tarmoqlaridan olingan so‘nggi o‘lchovlar shuni ko‘rsatdiki, qishloq xo‘jaligidagi ekologik tizimning barcha tegishli C oqimlari ko‘rib chiqilganda, ekin maydonlari atmosferaga chiqariladigan C manbalari bo‘lib xizmat qiladi.

EC usulining taniqli cheklangan joyi bu – o‘lchangan turbulent energiya oqimlari va quruqlikdagi mavjud energiya o‘rtasidagi muvozanatning bo‘lmasligidir (Foken, 2008). Energiya balansidagi bo‘shliqning potensial sabablaridan biri bu tutib qolinmagan past chastotali oqimlar, shuningdek mezomiyosli oqimlar deb ham ataladi, bu oqimni hisoblash uchun o‘rtacha vaqtni o‘zgartirish orqali tahlil qilinishi mumkin (Mauder va Foken, 2006). Biroq, energetik bo‘shliqning CO₂ oqimlariga qachnalik ta‘sir ko‘rsatayotganlik darajasini o‘rganish va shu sababli ham C byudjetlari bilish murakkabdir (Kidston va boshq., 2010). Ogiv yoki kumulyativ oqim tahlilini qo‘llash oraliq vaqtning ma‘qul o‘rtachasini aniqlashga imkon beradi (Foken va Vichura, 1996). So‘nggi vaqtlarda, asosiy qiziqish bo‘lgan mahalliy almashinuv jarayonlarini ajratib tashlash uchun past chastotali ta‘sirlarni vertikal turbulent oqimlardan ajratish kerak degan g‘oyadan so‘ng ogiv (kumulyativ chastota grafigi) optimallashtirish usuli ishlab chiqildi (Sievers va boshq., 2015). Ushbu yangi yondashuvdan foydalanib, Sievers va boshq. (2015), oqimlar juda past bo‘lganida, umumiy 30 minut oraliq o‘rtacha vaqt va ogiv optimallashtirish o‘rtasidagi taxminiy farqlar juda yuqori (98% gacha) bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi. Muhimi jihati shuki, bu usul qishloq xo‘jaligiga kirmaydigan dala maydonchalarida qo‘llanilgan: intensiv boshqariladigan ekin maydonlarining CO₂ almashinuviga qancha past chastotalarning ulushi qanday ta‘sir qilishi mumkinligi noma‘lumligicha qolmoqda.

MATERIALLAR VA USULLAR

O‘lchovlar Germaniyaning janubi-g‘arbidagi Baden-Württemberg federal shtatining ikki xil mintaqasida jami oltita joyda o‘tkazildi. Ikkita mintaq - Kraichgau (KR) va Shvabiya Jura (SJ),

tuproqning ona jins moddasi va turli balandlikda joylashganligi sababli pedoklimatik sharoitlari bilan bir-biridan farqlanib turadi.

Turbulent oqimlar TK3.1 (Mauder va boshq., 2013) dasturiy ta'minot to'plamidan foydalangan holda 30 minut oralig'ida hisoblab chiqildi. Ushbu dastur miqdori o'lchov miqdorida juda katta bo'lganlarni aniqlashga (Vikers va Mahrt, 1997), koordinatalarning tekis tekis aylanishini (Wilczak va boshq., 2001), spektral yo'qotishlarni tuzatish (Mur, 1986), akustik haroratni haqiqiy haroratga aylantirish (Shotanus va boshq., 1983), shuningdek zichlik tebranishlari va vertikal massa transporti uchun tuzatishga (Veb va boshq., 1980) imkon beradi. Hisoblangan oqimlarning sifatli tasnifi uchun Foken va boshq.(2004) nomidagi to'qqizta sinfni belgilash sxemasidan foydalanildi. Hisoblangan oqimlarning noaniqligini baholash uchun tasodifiy xatoliklar va qurilmaviy shovqin TK3.1 dasturi tomonidan jamlandi.

EC o'lchovlaridagi past chastotali tebranishlarning hissasini baholash uchun Sievers va boshq. (2015) tomonidan ogiv optimallashtirish qo'llanildi. Bunda MATLAB® (Mathworks Inc., Boston, MA, AQSh) da kodlangan Ogiv Optimallashtirish Asboblar Majmui - Ogive Optimization Toolbox (OOT, Version 1.0.5) dan foydalanildi. OOTda odatda 10 000 oqimli ansambl oqimning o'rtacha vaqti va o'rtacha ishlayotgan oynaning buzilishi natijasida hosil bo'ladi. Ikkala usul ham - oqimning o'rtacha vaqtini sozlash va kuzatilgan signaldan ishlaydigan o'rtacha qiymatni olib tashlash - mahalliy turbulent hissalarini saqlab, past chastotali hissalarini filtrlash uchun belgilangan usullar. Olingan ogiv zichligi ansambli asosida nazariy umumlashtirilgan spektrli taqsimot modeli o'rnatiladi va eng yaxshi moslashuv mahalliy turbulent oqim deb hisoblanadi. Ogivni optimallashtirish jarayonining batafsil tavsifi uchun Sievers va boshq. (2015) ishida tanishish mumkin.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ogiv optimallashtirish usulini qo'llash past chastotali ulushlarni filtrladi. Taqqoslash uchun OOT oqimlari bir xil oyda (2015 yil iyun) barcha joylarda hisoblandi va odatdagi 30 minutlik oqim bilan taqqoslandi. Ushbu davr mobaynida barcha tadqiqot maydonlari CO₂ ning sof qabul qilinishini ko'rsatdi, ammo kattaligi ekin turiga qarab farq qilishini ko'rsatdi. Bundan tashqari, sof CO₂ ajralib chiqadigan oylar (o'simlik bo'lmagan paytlarda) tanlandi (4.6-rasm). O'rtacha kunlik kurslar shuni ko'rsatadiki, OOT oqimlari kamroq tarqaladi va shu sababli kunlik dinamikasi, ayniqsa tunda ko'proq barqaror bo'ladi. Ko'pgina hollarda, OOT kunduzgi oqimlari oqim yo'nalishidan qat'iy nazar, biroz yuqoriroq absolyut qiymatlarga qarab siljiydi. Aksincha, 2015 yil iyun oyida EC3 va EC5 da kunduzgi oqimlar uchun deyarli hech qanday ta'sir topilmadi. Shunga qaramay, 2015 yil iyun oyidagi o'rtacha oylik oqim EC3 dan tashqari aksariyat tadqiqot maydonlarida kamaydi (ya'ni CO₂ ning sof qabul qilishi oshdi). Nisbiy o'zgarish EC5 da -32% dan EC3 da +2% gacha bo'ldi. CO₂ ning sof chiqarilishi bilan o'sha oylar davomida past chastotalarni yo'q qilish samarasi kamroq tizimli bo'ldi, ammo oltita tadqiqot maydonning to'rttasida o'rtacha oqim yuqori bo'ldi. Ogiv optimallashtirish natijasida o'rtacha oylik NEEning nisbiy o'zgarishi -3% (EC3 va EC5) dan +13% (EC4) gacha o'zgarib turdi.

Tanlangan davrlar uchun ogiv optimallashtirish usuli shuni ko'rsatdiki, past chastotali tebranishlarning hissasi o'rtacha 30 daqiqadan ko'proq vaqt davomida kuzatilgan oqimlarda kuzatilgan tarqalishning bir qismini tushuntirdi (4.6-rasm). Sievers va boshq. (2015), an'anaviy ravishda hisoblangan va ogiv-optimallashtirilgan oqimlar orasidagi nisbiy farqlar oqim qiymatlari kichik bo'lganda yuqori bo'lishga intildi. Biroq, oylik asosda ogiv optimallashtirish usulini ortiqcha va past baholash bir-birini muvozanatlashtirdi. Bu, ayniqsa, CO₂ qabul qilinishi bo'lmagan davrlarda

ahamiyatsiz ta'sirlarni keltirib chiqardi. Muhimi, bu usul ma'lumotlar bazasidan ba'zi holatlarda CO₂ byudjetlariga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan ishonib bo'lmaydigan natijalarni chiqarib tashladi, masalan, EC2 da 2015 yil iyun oyida va EC4 da 2014 yil sentyabr oylaridagi ma'lumotlarni ko'rsatish mumkin. Nihoyat, tadqiqotning maqsadi oqimlarni mahalliy tadqiqot maydoni yoki boshqaruv faoliyati bilan bog'lash bo'lsa, past chastotali tebranishlar tomonidan boshqariladigan oqimlar qonuniy ravishda e'tiborsiz qoldirilishi mumkin. Xususan, statsionar bo'lmagan sharoitlarda EC usuli muntazam ravishda yuqori va past chastotalarni bir vaqtning o'zida tutib olmaydi (Kidston va boshq., 2010), past chastotali tebranishlarni e'tiborsiz qoldirish tushunchasini yanada qo'llab-quvvatlaydi.

XULOSA

Bizning ko'p tadqiqot maydonli yondashuvimiz shuni ko'rsatdiki, sof ekotizim almashinuvi (NEE) va sof biom unumdorligi (NBP) ning yillik o'zaro o'zgaruvchanligi tadqiqot maydonlararo va hatto mintaqalararo o'zgaruvchanlik kabi katta bo'lganligini ko'rsatdi. Muhimi, biz yig'ilgan biomassa miqdorini NBPni boshqaruvchi asosiy omil va shu bilan C yo'qotishlari aniqlandi. Bir tomondan, makkajo'xoridan C3 ekinlariga nisbatan ugleroddan foydalanish samaradorligi yuqori bo'lib, u hosil bo'lgan otishni o'rganish biomassasining yuqori miqdori tufayli uni qimmatli hosilga aylantiradi. Boshqa tomondan, butun yer usti biomassasini yig'ish bilan silosli makkajo'xori ekish, tuproqdagi organik uglerod (TOU) zaxiralarini kamaytirishi va shu bilan tuproq sifatini yomonlashi mumkin. Bizning natijalarimiz shuni ko'rsatadiki, so'nggi paytlarda kavsh qaytaruvchi hayvonlarni oziqlantirish va biogaz ishlab chiqarish uchun silosli makkajo'xori ekinlari ko'payishi TOU zaxiralarini bezovta qildi va kuzatilayotgan kamayishiga olib keldi. Xususan, Svabian Yurasida yuqori TOU zaxiralarini – o'zgaruvchan iqlim sharoiti bilan birgalikda mikroblarning parchalanishini qo'llab-quvvatlaydi - bu tuproqning C yo'qotishidan CO₂ chiqindilari uzoq davom etadigan hodisa bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Silosli makkajo'xori yillarida qayd etilgan o'rtacha yillik CO₂ emissiyasi (15700 kg CO₂ ha⁻¹ yil⁻¹) odatda qazib olinadigan yoqilg'iga nisbatan bioenergiya makkajo'xori yumshatish salohiyati sifatida qaralgandan ancha yuqori (taxminan 10000 kg CO₂-ekvivalenti ha⁻¹yil⁻¹). Bu biogaz ishlab chiqarish uchun o'stiriladigan silosli makkajo'xori aslida qazib olinadigan yoqilg'idan chiqadigan CO₂ chiqindilarini kamaytirish chorasi bo'ladimi, bu juda bahsli. Silosli makkajo'xori ekinlarining almashlab ekishdagi ulushi past bo'lishi kerak, bu esa agroekotizimlarni xilma-xil qilish zarurligini ta'kidlaydi. Shuning uchun C sekvestratsiya potentsialini baholash donli dukkakli ekinlar yoki vaqtincha o't-deda aralashmalari kabi muqobil ekinlarning C byudjeti va to'liq, xilma-xil ekinlar almashinuvi to'g'risida ko'proq ma'lumot talab qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Foken, T. (2008): The energy balance closure problem: an overview. *Ecol. Appl.*, 18, 1351-1367, doi: 10.1890/06-0922.1.
- [2] Sievers, J., Papakyriakou, T., Larsen, S.E., Jammet, M.M., Rysgaard, S., Sejr, M.K., Sørensen, L.L. (2015): Estimating surface fluxes using eddy covariance and numerical ogive optimization. *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 2081-2103, doi: 10.5194/acp-15-2081-2015.
- [3] Ali, R.S., Kandeler, E., Marhan, S., Demyan, M.S., Ingwersen, J., Mirzaeitalarposhti, R., Rasche, F., Cadisch, G., Poll, C. (2018): Controls on microbially regulated soil organic carbon decomposition at the regional scale. *Soil Biol. Biochem.*, 118, 59-68, doi: 10.1016/j.soilbio.2017.12.007.

[4] Ingwersen, J., Steffens, K., Högy, P., Warrach-Sagi, K., Zhunusbayeva, D., Poltoradnev, M., Gäbler, R., Wizemann, H.-D., Fangmeier, A., Wulfmeyer, V., Streck, T. (2011): Comparison of Noah simulations with eddy covariance and soil water measurements at a winter wheat stand. *Agr. Forest Meteorol.*, 151, 345-355, doi: 10.1016/j.agrformet.2010.11.010.

[5] Poyda, A., Reinsch, T., Skinner, R.H., Kluß, C., Loges, R., Taube, F. (2017): Comparing chamber and eddy covariance based net ecosystem CO₂ exchange of fen soils. *J. Plant Nutr. Soil Sc.*, 180, 252-266, doi: 10.1002/jpln.201600447.

KO‘P YILLIK EDDI KOVARIATSIYA MA‘LUMOTLARINI BAHOLASHNING AYRIM JIHATLARI

Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston

e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda Germaniyaning janubi-g‘arbiy qismidagi turli ekologik sharoitlarga ega ikki hududda joylashgan oltita qishloq xo‘jaligi ekin maydonida 2010–2017-yillar davomida to‘plangan ko‘p yillik eddi kovariatsiya (EC) ma‘lumotlari asosida energiya balansining yopilishi baholandi. Tadqiqotda energiya balansining yopilmasligiga atmosfera barqarorligi, manba maydonining geterogenligi, shamol yo‘nalishi, landshaftdagi to‘siqlar va footprint maydoni kabi omillarning ta‘siri tahlil qilindi. Natijalar EC stansiyalarida mavjud energiyaning o‘rtacha 25 foizi turbulent oqimlar orqali qayd etilmaganini ko‘rsatdi. Energiya balansining yopilishi vegetatsiya davrida, ayniqsa aprel–avgust oylarida yaxshiroq, qish oylarida va barqaror atmosfera sharoitlarida esa pastroq bo‘lgan. Shuningdek, shamol yo‘nalishi va manba maydonining xususiyatlari energiya balansiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatgan. Footprint maydonining kichrayishi esa manba hududining geterogenligini kamaytirib, energiya balansining yopilishiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatgan.

Kalit so‘zlar: energiya balansi, eddi kovariatsiya (EC), energiya balansi yopilishi, ekotizim, energiya balansi nisbati.

Аннотация. В данном исследовании оценивалось замыкание энергетического баланса на основе многолетних данных эдди-ковариационных (ЕС) измерений, полученных в течение 2010–2017 гг. на шести сельскохозяйственных полях, расположенных в двух регионах юго-западной Германии с различными экологическими условиями. В исследовании анализировалось влияние таких факторов, как устойчивость атмосферы, неоднородность области источника, направление ветра, препятствия в ландшафте и размер footprint-области, на замыкание энергетического баланса. Результаты показали, что в среднем около 25% доступной энергии на ЕС-станциях не регистрировалось в виде турбулентных потоков. Замыкание энергетического баланса было лучше в вегетационный период, особенно с апреля по август, тогда как в зимние месяцы и при устойчивых атмосферных условиях оно снижалось. Кроме того, направление ветра и характеристики области источника оказывали существенное влияние на энергетический баланс. Уменьшение footprint-области положительно влияло на замыкание энергетического баланса, поскольку снижало неоднородность области источника.

Ключевые слова: энергетический баланс, эдди-ковариация (EC), замыкание энергетического баланса, экосистема, энергетическое соотношение баланса.

Abstract. This study evaluated energy balance closure based on multi-year eddy covariance (EC) measurements collected from 2010 to 2017 at six agricultural croplands located in two regions of southwestern Germany with different environmental conditions. The study analyzed the effects of atmospheric stability, source-area heterogeneity, wind direction, landscape obstacles, and footprint area on energy balance non-closure. The results showed that, on average, approximately 25% of the available energy at the EC stations was not accounted for by turbulent fluxes. Energy balance closure was better during the growing season, particularly from April to August, while it was lower during the winter months and under stable atmospheric conditions. In addition, wind direction and source-area characteristics had a significant influence on the energy balance. A reduction in the footprint area had a positive effect on energy balance closure, presumably because it reduced the heterogeneity of the source area.

Keywords: energy balance, eddy covariance (EC), energy balance closure, ecosystem, energy balance ratio.

KIRISH

Yer yuzasi va atmosfera oʻrtasidagi turbulent almashinuv jarayonlarini oʻrganish suvning tabiiy aylanishini, oʻsimliklarning rivojlanish jarayonlarini hamda ekotizimlardagi uglerod oqimlarini baholashda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, bunday tadqiqotlar tuproq–oʻsimlik tizimi, iqlim va ob-havo modellarining aniqligini oshirishga xizmat qiladi. Bugungi kunda ushbu turbulent oqimlarni bevosita aniqlashning eng samarali usullaridan biri eddi kovariatsiya (Eddy Covariance, EC) usuli hisoblanadi. Mazkur usul tuproq–oʻsimlik–atmosfera tizimida sodir boʻladigan turbulent oqimlarni yuqori aniqlik va ishonchlilik bilan oʻlchash imkonini beradi (Baldocchi va boshq., 2001; Burba, 2013).

Biroq EC usuli yordamida olingan maʼlumotlarda energiya balansining toʻliq yopilmasligi muammosi kuzatiladi. Xususan, mavjud energiya, yaʼni sof radiatsiya bilan tuproqdagi issiqlik oqimi oʻrtasidagi farq, odatda sezilarli va yashirin issiqlik oqimlarining yigʻindisidan yuqori boʻladi. Bu holat turbulent oqimlarning ayrim qismlari oʻlchovlarda toʻliq qayd etilmayotganini yoki mavjud energiya miqdori ijobiy yoʻnalishda baholanayotganini koʻrsatishi mumkin. Energiya balansining yopilmasligi (Energy Balance Gap, EBG) EC oʻlchovlarida uzoq yillardan buyon mavjud boʻlgan muammolardan biri boʻlib, mikrometeorologik tadqiqotlarda keng muhokama qilinib kelinmoqda (Foken, 2008a).

Ushbu tadqiqotda qishloq xoʻjaligi ekin maydonlarida energiya balansining shakllanishi va uning yopilish darajasi baholangan. Tadqiqot uchun 2010–2017-yillar davomida Germaniyaning janubi-gʻarbiy qismida iqlim sharoitlari bilan farqlanuvchi ikki hududda joylashgan, zarur oʻlchov uskunalari bilan toʻliq jihozlangan oltita tajriba maydonida eddi kovariatsiya (EC) usuli orqali olingan maʼlumotlardan foydalanilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi ekin turi, maydonning oʻziga xos xususiyatlari, shamol yoʻnalishi, atmosfera holati va footprint (oʻlchov maydonining taʼsir hududi) kabi omillarning energiya balansi yopilmasligiga (EBY) taʼsirini aniqlash va baholashdan iborat boʻlgan.

MATERIALLAR VA USULLAR

Kraichgau mintaqasidagi (KR) tajriba joylari asosan tekisliklar bilan ajralib turadigan “Katharinentalerhof” da joylashgan va Pforzheim shahridan taxminan 4 km shimolda joylashgan (48.92° N, 8.70° E). Uchta EC stantsiyalari (EC1, EC2 va EC3) tegishli maydonlari 14,9, 23,6 va 15,8 ga bo‘lgan qo‘shni dalalarda o‘rnatildi (1-rasm). KR - Germaniyaning eng iliq mintaqalaridan biri, 1981-2010 yillarda o‘rtacha harorati va yillik yog‘ingarchilik darajasi $9,4^{\circ}\text{C}$ va 890 mm bo‘lgan (Pforzheim-Ispringen meteorologik stantsiyasi, Germaniya ob-havo xizmati, tadqiqot joylaridan taxminan 3 km uzoqlikda joylashgan). Ushbu mintaqaning tuproqlari qobiq ohaktosh ustiga yotgan chuqur lyoss qatlamlaridan rivojlangan.

2009 yil bahorida har bir dala maydonchasi markazida bitta EC stantsiyasi o‘rnatildi. Barcha stantsiyalar tezkor javob beradigan $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ infraqizil gaz analizatori (LI-7500; LI-COR Biosciences, Linkoln, NE, AQSh) va uch o‘qli ultratovushli anemometr (CSAT3; Campbell Scientific Inc., Logan) bilan jihozlangan, UT, AQSh). Gaz analizatori va sonik anemometrning qayta ishlanmagan ma’lumotlari 10 Hz da qayd etildi va CR3000 ma’lumotlar qayd-etuvchisida saqlandi (Campbell Scientific Inc., Logan, UT, AQSh). To‘rt komponentli radiometr (NR01, Hukseflux Thermal Sensors, Delft, Gollandiya) yordamida umumiy radiatsiya o‘lchandi. Havoning harorati va nisbiy namligi har bir EC stantsiyasida harorat va nisbiy namlikni o‘lchagich (HMP45C, Vaisala Inc, Xelsinki, Finlyandiya) yordamida 2 m balandlikda o‘lchandi. Tuproq harorati 0,02, 0,06, 0,15, 0,30 va 0,45 m chuqurliklarda o‘lchandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot olib borilgan 6 ta joyning 8 yillik o‘lchovlarida o‘rtacha EBR 0,75 ni tashkil etdi, bu o‘rtacha energiya qoldig‘i $41,6 \text{ Vt/m}^2$ ga to‘g‘ri keladi (3.3-jadval). EC1da o‘rtacha yillik EBR 0,62 (2013 yilda WW) va EC4 da 0,90 (2017 yilda SM) oralig‘ida o‘zgardi. 2010 yilda oltita EC stantsiyalari bo‘yicha o‘rtacha EBR eng yuqori ($\text{EBR} = 0,78$) va 2013 yilda eng past ($\text{EBR} = 0,71$) bo‘ldi. 2010 yildan 2017 yilgacha bo‘lgan davrda o‘rtacha eng yaxshi EBY EC4 ($\text{EBR} = 0,82$) darajasida qo‘lga kiritildi, eng katta o‘rtacha energiya farqi esa qo‘shni EC5 stantsiyasida sodir bo‘ldi. U yerda o‘rtacha qoldiq $49,0 \text{ Vt/m}^2$ ni tashkil etdi.

2010-2017 yillar davomida o‘rtacha oltita stantsiya uchun OLR tomonidan topilgan n oylik o‘rtacha EBY o‘zgarishi keltirilgan. Umuman olganda, EC usuli eng yaxshi natijani (eng yuqori EBY) vegetatsiya davrida apreldan avgustgacha bo‘lgan ko‘rsatdi. Eng yuqori EBY odatda iyul va avgust oylarida topilgan va kuz va qishda aniq pasaygan.

EBRning shamol yo‘nalishi bo‘yicha taqsimlanishi 3-rasmda keltirilgan. EBR barcha mavjud kunduzgi ma’lumotlardan ($\text{global radiatsiya} > 10 \text{ Vt/m}^2$) 30° shamol sektori uchun o‘rtacha hisoblandi. KR maydonlarida eng yuqori EBR shamolning g‘arbiy yo‘nalishidan esganda erishildi, bu ustun shamol yo‘nalishi hisoblanadi. Shimoliy va janubiy yo‘nalishdagi shamol pastroq EBR bilan bog‘liq. Xususan, janubdan esgan shamol uchala stantsiyada 0,6 dan past bo‘lgan EBR bilan bog‘liq. Ushbu hodisa EC1 stantsiyasida eng aniq namoyon bo‘ldi. Shuningdek, SJ tajriba maydonlarida eng yuqori EBR odatda ustun yo‘nalishdagi shamolga to‘g‘ri keldi. Istisnolardan biri bu janubiy-janubi-sharqiy sektor uchun EC4 dagi yuqori EBR. EC4 da, 12 ta shamol sektorining oltitasi uchun EBR 0,8 dan yuqori edi. Aksincha, EC5 va EC6 da, faqat uchta shamol sektorida EBR 0,8 dan oshdi. Barcha stantsiyalarda EBR shimoli-sharqdan esgan shamollar uchun eng past ($< 0,6$) bo‘ldi.

Ushbu tadqiqotda Germaniyaning janubi-g‘arbiy qismida ekologik sharoitlari bir-biridan farq qiluvchi ikki hududdagi oltita turli qishloq xo‘jaligi ekin maydonida uzoq muddat davomida amalga

oshirilgan eddi kovariatsiya (EC) o'lovchilari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari energiya balansining yopilmasligi (EBY) asosan issiqlik va mexanik ta'sirlarni yuzaga keltiruvchi turbulentlikning qay darajada to'liq shakllanishiga bog'liqligini ko'rsatgan.

O'rtacha hisobda EC stansiyalarida mavjud energiya qariyb 25 foizi turbulent oqimlar sifatida qayd etilmagan. Yillik energiya balansidagi eng kichik qoldiq KR hududida 17 foiz, SJ hududida esa 13 foizni tashkil etgan. Ayniqsa, qish oylarida va atmosfera barqaror bo'lgan sharoitlarda energiya balansining yopilmasligi muammosi yaqqol namoyon bo'lgan.

XULOSA

Tadqiqotda EBYga bir nechta omillar salbiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Jumladan, barqaror atmosfera sharoitlari, gorizontallik jihatdan bir xil bo'lmagan yoki geterogen manba maydoni, landshaftdagi yirik to'siqlar hamda shamol oqimining buzilishi shular jumlasidandir. Xususan, anemometrning orqa qismidan o'tuvchi shamol oqimining buzilishi shamol tezligining pasayishiga va ma'lum shamol yo'nalishlarida turbulentlikning spektral xususiyatlari o'zgarishiga olib kelgan. Bundan tashqari, landshaftdagi yirik to'siqlar advektiv oqimlarning ayrim komponentlarini yuzaga keltirishi mumkin.

Shu bilan birga, footprint maydonining kichrayishi EBYga ijobiy ta'sir ko'rsatgan. Buning asosiy sababi manba maydonidagi geterogenlikning kamayishi hamda mahalliy miqyosda o'lgangan mavjud energiya footprint orqali aniqlangan hududga moslashuvining yaxshilanishi bilan izohlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Baldocchi, D. D., Falge, E., Gu, L., Olson, R., Hollinger, D., Running, S., Anthoni, P., Bernhofer, C., Davis, K., Evans, R., Fuentes, J., Goldstein, A., Katul, G., Law, B., Lee, X., Malhi, Y., Meyers, T., Munger, W., Oechel, W., Paw, K. T. U., Pilegaard, K., Schmid, H. P., Valentini, R., Verma, S., Vesala, T., Wilson, K., and Wofsy, S.: FLUXNET: A new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale carbon dioxide, water vapor, and energy flux densities, *B. Am. Meteorol. Soc.*, 82, 2415–2434, [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2001\)082<2415:FANTTS>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2001)082<2415:FANTTS>2.3.CO;2), 2001.

[2] Burba, G.: Eddy covariance method for scientific, industrial, agricultural and regulatory applications, LI-COR Biosciences, 2013.

[3] Foken, T.: *Micrometeorology*, 1st ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

[4] Eshonkulov, R., Poyda, A., Ingwersen, J., Pulatov, A., and Streck, T.: Improving the energy balance closure over a winter wheat field by accounting for minor storage terms, *Agr. Forest Meteorol.*, 264, 283–296, <https://doi.org/10.1016/J.AGRFORMET.2018.10.012>, 2019.

КОРРОЗИЯ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Бекназаров Элёр Муродович¹, Давронова Гузал Турдиевна²

¹ Каршинский экономико-педагогический университет, г. Карши, Узбекистан.

² Каршинский государственный университет. Г. Карши, Узбекистан.

e-mail: davronovaguzal1988@gmail.com

Аннотация. В статье изучено скорость коррозии и методы защиты нефтепромысловых резервуаров. Скорость коррозии в резервуарах ЦДНГ в газовоздушной зоне выше, чем нижней. Наиболее интенсивной коррозии подвержены днище и нижний пояс товарных и сырьевых резервуаров. Кроме того, указано, что коррозионное состояние резервуаров различного технологического назначения неодинаково. Более всего разрушаются кровля, днище и нижний пояс технологических резервуаров сырой нефти. Результаты коррозионных испытаний показывают, что скорость коррозии в зимний период ниже, чем летние месяцы.

Ключевые слова: коррозия, резервуар, технологический резервуар, нефтепромысловый оборудования, скорость коррозии, кровле резервуара, насыщенная сероводород, товарные и сырьевые резервуары.

Аннотация. Maqolada neft konlaridagi saqlash rezervuarlarida korroziya tezligi va ularni himoya qilish usullari ko'rib chiqilgan. Neftni yig'ish va qayta ishlash rezervuarlarida gaz-havo zonasidagi korroziya tezligi rezervuarining quyi qismidagiga qaraganda yuqoriroq bo'lishi qayd etilgan. Tayyor mahsulot va xomashyo saqlash rezervuarlarining tubi hamda korpusining eng quyi halqasi eng kuchli korroziyaga uchrashi ta'kidlangan. Bundan tashqari, tadqiqotda korroziya holati rezervuarining aniq foydalanish maqsadiga qarab farqlanishi qayd etilgan. Xom neftni qayta ishlash rezervuarlarining tomi, tubi va korpusining eng quyi halqasi eng ko'p shikastlanishi aytib o'tilgan. Korroziya sinovlari natijalari shuni ko'rsatadiki, qish mavsumidagi korroziya tezligi yoz oylaridagiga nisbatan pastroq ekanligi ko'rsatilgan.

Калит со'злар: korroziya, saqlash rezervuari, texnologik rezervuar, neft koni uskunalari, korroziya tezligi, rezervuar tomi, vodorod sulfidi bilan to'yingan, mahsulot va xomashyo saqlash rezervuarlari.

Abstract. This article examines corrosion rates and protection methods for oilfield storage tanks. In oilfield gathering and processing facility tanks, the corrosion rate in the gas-air zone is higher than in the lower section. The bottom and the bottom shell course of commercial and feedstock tanks are subject to the most intense corrosion. Furthermore, the study indicates that the corrosion status varies depending on the tank's operational purpose; the roof, bottom, and bottom shell course of crude oil process tanks suffer the greatest deterioration. Corrosion test results show that corrosion rates are lower in winter than during the summer months.

Keywords: corrosion, storage tank, process tank, oilfield equipment, corrosion rate, tank roof, hydrogen sulfide saturation, commercial and feedstock tanks.

ВВЕДЕНИЕ

Основные фонды как нефтяной, так и газовой отрасли представляют собой металлические наземные и подземные сооружения, протяженные коммуникации, различное оборудование, которые эксплуатируются при одновременном воздействии агрессивной среды и больших механических нагрузках. Снижение надежности и долговечности указанных основных фондов из-за коррозии приводит к не до получения продукции, огромным затратам на ремонтные работы, загрязнению окружающей среды. Одним из существенных факторов, влияющих на работоспособность нефтепромыслового оборудования, является внутренняя коррозия [1]. Коррозия оборудования связана с воздействием нескольких факторов – высокой обводненностью продукции скважин, увеличением выноса солей и механических примесей, повышением скорости движения пластовой жидкости, увеличением токов и напряжений в кабельных линиях [2].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В связи с этим следует предусматривать необходимый комплекс противокоррозионных мероприятий, обеспечивающих надежность и долговечность нефтепромыслового оборудования, а также обсадных и насосно-компрессорных труб, промысловых и магистральных трубопроводов, резервуаров и емкостей.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Количество стальных резервуаров типа РВС (резервуар вертикальный стальной) на промыслах за последние годы значительно увеличивается. Настоящая время средний срок службы резервуаров до капитального ремонта составляет 3-4 года. На основании данных обследования коррозионного состояния РВС промысла АО «Узбекнефтегаз» по характеру коррозии можно подразделить на две района:

1. Скорость коррозии в резервуарах месторождений ЦДНГ-1 (цех добычи нефти и газа) отличается по поясам. Скорость коррозии в газовом пространстве (верхний пояс резервуара) составляет 1,5 – 2 мм/год, днища и нижнего пояса 0,35-0,65 мм/год. Таким образом, скорость коррозии в газозооной зоне выше, чем нижней. Объяснить это явление тем, что жидкость, насыщенная сероводородом, кислородом, испаряясь конденсируется на кровле резервуара и способствует быстрому ее разрушению и появлению свищей в сварных швах верхнего пояса.

Средний пояс слабо подвержен коррозии вследствие постоянного смачивания стенок резервуара высокосмолистой нефтью при его заполнении и сливе.

Наиболее интенсивной коррозии подвержены днище и нижний пояс товарных и сырьевых резервуаров, в которых через 1-2 года после эксплуатации наблюдается питтинговая коррозия.

2. В ЦДНГ-2 коррозионное состояние резервуаров различного технологического назначения неодинаково. Более всего разрушаются кровля, днище и нижний пояс технологических резервуаров сырой нефти. Скорость коррозии в газовом верхнем поясе составляет 0,8-1,5 мм/год, в среднем – 0,1 – 0,15 мм/год и в нижнем поясе 0,5 – 0,83 мм/год.

Скорость службы различных элементов без проведения антикоррозионных мероприятий в ЦДНГ составляет около 3-4 года.

ВЫВОДЫ

Результаты коррозионных испытаний показывают, что скорость коррозии в зимний период ниже, чем летние месяцы. В связи с вышеизложенным определение эффективных способов противокоррозионной защиты внутренней поверхности резервуаров в жарких климатических условиях приобретает особую актуальность. Так как, жаркий климат **имеет** критическую актуальность из-за резкого ускорения химических процессов, высоких эксплуатационных температур и специфических условий конденсации внутри емкостей. Согласно закону Вант-Гоффа, повышение температуры на каждые 10 °С увеличивает скорость протекания реакций (включая коррозию) в 2–4 раза. Первый температурный катализ. Внутри резервуаров (особенно в верхней газовой зоне и на границе раздела сред) температура среды может достигать +60 °С... +80 °С. Это ускоряет коррозионную активность подтоварной воды, солей и кислот. Во-вторых, термическое расширение. Постоянные суточные перепады температур (дневной зной и ночное охлаждение) вызывают циклическое расширение и сжатие металла. Обычные защитные покрытия быстро трескаются и отслаиваются из-за потери эластичности. В-третьих, «Парниковый эффект» и агрессивный конденсат. Испаряющаяся влага или фракции нефтепродуктов интенсивно конденсируются на внутренней стороне кровли и верхних поясах стен. Этот конденсат насыщен кислородом и сероводородом, что создает экстремально агрессивную среду. В-четвертых, сложности при нанесении. Высокая температура воздуха и металла во время ремонта усложняет технологию нанесения защитных материалов: лакокрасочные материалы (ЛКМ) высыхают слишком быстро, не успевая набрать адгезию и образуя скрытые дефекты.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Козлов В.А. Основы коррозии и защиты металлов: учебное пособие / В.А. Козлов, М.О. Мисник–Иваново, 2011. – 177 с.
- [2] Ивановский В.Н. Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от неё / В.Н. Ивановский // Коррозия «Территория НЕФТЕГАЗ». – 2011. - №1. – С. 18-25.

FARG‘ONA VODIYSIDA QUSHLARNING ANTROPOGEN MUHITDAN FOYDALANISH XUSUSIYATLARI

Madaliyev Mahmudbek Otabekovich, Nazirov Bahodirjon Bahtiyorjon o‘g‘li

Farg‘ona davlat universiteti, Fargona, 150100, O‘zbekiston

e-mail: mahmudbekmadaliyev@gmail.com

e-mail: nazirovbahodir02@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisdagi Farg‘ona vodiysida qushlarning antropogen muhitdan foydalanish xususiyatlari mahalliy va xorijiy ilmiy tadqiqotlar asosida tahlil qilindi. Farg‘ona vodiysi yuqori darajada o‘zlashtirilgan, shaharlar, aholi punktlari, sug‘oriladigan qishloq xo‘jaligi maydonlari, bog‘lar va suv xo‘jaligi inshootlari keng tarqalgan hudud hisoblanadi. Bunday landshaftlarning mavjudligi qushlarning yashash muhiti, oziqlanishi, uya qurishi va mavsumiy tarqalishiga ta‘sir ko‘rsatadi [1–3]. Ilmiy manbalar tahlili antropogen muhitdan foydalanish qushlarning barcha turlarida bir xil emasligini ko‘rsatadi. Keng ekologik moslashuvli, turli oziqa manbalaridan foydalana oladigan va uya qurish joyiga nisbatan talabchanligi pastroq bo‘lgan turlar shahar va qishloq antropogen landshaftlaridan nisbatan samarali foydalanadi [4–7]. Shu bilan birga, yashash muhiti talabi tor bo‘lgan turlar uchun shaharlashuv yashash joylarining qisqarishi va parchalanishiga olib kelishi mumkin [5, 8]. Farg‘ona vodiysiga oid tadqiqotlarda ayrim qushlarning aholi punktlari, qishloq xo‘jaligi maydonlari, uzumzorlar, baliqchilik xo‘jaliklari, elektr tarmoqlari va boshqa antropogen obyektlardan foydalanishi qayd etilgan [2, 3]. Natijada qushlarning antropogen muhitdan foydalanishi bir tomondan moslashuv va resurslardan foydalanish imkoniyatini, ikkinchi tomondan esa inson faoliyati bilan bog‘liq ekologik xavflarni o‘z ichiga oluvchi murakkab jarayon sifatida baholanadi.

Kalit so‘zlar: Farg‘ona vodiysi, qushlar, antropogen muhit, antropogen landshaft, sinantrop turlar, shaharlashuv, ekologik moslashuvchanlik, oziqlanish, uya qurish, yashash muhiti.

Abstract

This thesis analyzes the patterns of bird use of anthropogenic environments in the Fergana Valley based on domestic and international scientific studies. The Fergana Valley is a highly anthropogenically transformed region characterized by extensive urban and rural settlements, irrigated agricultural areas, orchards, and water-management infrastructure. The presence of such landscapes influences habitat use, feeding patterns, nesting, and seasonal distribution of birds [1–3]. A review of the scientific literature indicates that the use of anthropogenic environments varies considerably among bird species. Species with broad ecological plasticity, capable of exploiting diverse food resources and relatively less selective in their nesting-site requirements, tend to use urban and rural anthropogenic landscapes more effectively [4–7]. At the same time, urbanization may result in the reduction and fragmentation of habitats for species with narrow ecological requirements [5, 8]. Studies conducted in the Fergana Valley have documented the use of settlements, agricultural areas, vineyards, fish-farming facilities, power lines, and other anthropogenic structures by certain bird species [2, 3]. Thus, bird use of anthropogenic environments should be regarded as a complex ecological process that, on the one hand, provides opportunities for adaptation and exploitation of available resources and, on the other hand, involves potential ecological risks associated with human activities.

Keywords: Fergana Valley, birds, anthropogenic environment, anthropogenic landscape, synanthropic species, urbanization, ecological plasticity, feeding, nesting, habitat.

Аннотация

В настоящих тезисах на основе отечественных и зарубежных научных исследований проанализированы особенности использования птицами антропогенной среды в Ферганской долине. Ферганская долина представляет собой территорию с высокой степенью антропогенной освоенности, где широко распространены города, населённые пункты, орошаемые сельскохозяйственные угодья, сады и объекты водохозяйственной инфраструктуры. Наличие таких ландшафтов оказывает влияние на выбор птицами местообитаний, характер питания, гнездование и сезонное распределение [1–3]. Анализ научной литературы показывает, что использование антропогенной среды различается у разных видов птиц. Виды с широкой экологической пластичностью, способные использовать разнообразные пищевые ресурсы и менее требовательные к местам гнездования, относительно эффективно используют городские и сельские антропогенные ландшафты [4–7]. В то же время урбанизация может приводить к сокращению и фрагментации местообитаний видов, характеризующихся узкой экологической специализацией [5, 8]. Исследования, проведённые в Ферганской долине, свидетельствуют об использовании отдельными видами птиц населённых пунктов, сельскохозяйственных угодий, виноградников, рыбоводческих хозяйств, линий электропередачи и других антропогенных объектов [2, 3]. Таким образом, использование птицами антропогенной среды следует рассматривать как сложный экологический процесс, сочетающий, с одной стороны, возможности адаптации и использования доступных ресурсов, а с другой — потенциальные экологические риски, связанные с хозяйственной деятельностью человека.

Ключевые слова: Ферганская долина, птицы, антропогенная среда, антропогенный ландшафт, синантропные виды, урбанизация, экологическая пластичность, питание, гнездование, местообитание.

KIRISH

Inson faoliyatining tabiiy landshaftlarga ta'siri kuchayishi natijasida qushlarning yashash muhitidan foydalanish shakllari ham o'zgarib bormoqda. Ayniqsa, shaharlashuv jarayoni tabiiy va yarim tabiiy hududlarning binolar, yo'llar, ishlab chiqarish obyektlari hamda boshqa sun'iy inshootlar bilan almashinishiga sabab bo'ladi. Reynolds va hamkorlarining ta'kidlashicha, shaharlashuv qushlarning hayotiy faoliyatining muhim jihatlari, jumladan yashash muhiti, uya joyi, ko'payish va xulq-atvoriga ta'sir ko'rsatadi [4, pp. 841–860]. Mualliflar ayrim qushlar shaharlardagi yangi uya joylaridan foydalanish orqali mavjud ekologik imkoniyatlarni o'zlashtirishini, ayrim holatlarda esa antropogen muhit qushlar uchun noqulay “ekologik tuzoq” vazifasini bajarishi mumkinligini ko'rsatgan [4, pp. 841–860].

McDonnell va Hahs urbanizatsiya jarayonini hayvonlarning shahar muhitiga moslashuvi bilan bog'liq ekologik jarayon sifatida ko'rib, “moslashuv” va muayyan muhitga “moslashganlik” tushunchalarini farqlash zarurligini ta'kidlagan [5, pp. 261–280]. Bu yondashuv qushlarning shaharda uchrashi avtomatik ravishda ularning ushbu muhitga evolyutsion jihatdan moslashganligini anglatmasligini ko'rsatadi. Ya'ni, turning shahar hududida qayd etilishi uning antropogen

resurslardan foydalanish qobiliyati, vaqtinchalik muhitdan foydalanishi yoki haqiqiy ekologik moslashuvi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Farg'ona vodiysi bu masalani o'rganish uchun alohida ahamiyatga ega. Hududda shaharlar, qishloq aholi punktlari, sug'oriladigan agro-landshaftlar, bog'lar, kanallar va boshqa inson tomonidan o'zgartirilgan hududlar keng tarqalgan [1, 2]. Conrad, Löw va Lamers Farg'ona vodiysining sug'oriladigan qishloq xo'jaligi landshaftlarini tahlil qilib, ekinlar tarkibi hududning sug'orish tizimi, aholi joylashuvi va yo'l tarmog'i bilan bog'liq holda o'zgarishini ko'rsatgan [2, pp. 102–117]. Mazkur holat qushlar uchun ham turli oziqa va boshpana sharoitlariga ega bo'lgan mozaik landshaftning shakllanishi bilan bog'liq ekologik imkoniyatlarni yuzaga keltirishi mumkin.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tezisning ilmiy asosini Farg'ona vodiysi ornitofunasiga oid mahalliy tadqiqotlar hamda qushlarning antropogen muhitga munosabatini yorituvchi xalqaro ilmiy maqolalar tashkil etdi. Adabiyotlarni tahlil qilishda Farg'ona vodiysining shahar, qishloq va agro-landshaftlari bilan bog'liq ma'lumotlar alohida ajratib olindi va xalqaro urban ekologiya tadqiqotlaridagi umumiy qonuniyatlar bilan taqqoslandi.

Qushlarning antropogen muhitdan foydalanishi quyidagi ekologik yo'nalishlar bo'yicha tahlil qilindi: oziqlanish, uya qurish va ko'payish, yashash muhiti sifatida foydalanish, mavsumiy foydalanish hamda antropogen inshootlardan foydalanish. Shuningdek, turlarning ekologik moslashuvchanligi, oziqlanish doirasining kengligi va uya joylariga bo'lgan talablarining antropogen muhitdan foydalanish bilan bog'liqligi ilmiy manbalar asosida baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Qushlarning antropogen muhitdan foydalanishining ekologik asoslari. Xalqaro tadqiqotlar shahar muhitida barcha qush turlari bir xil darajada saqlanib qolmasligini ko'rsatadi. Chace va Walsh tomonidan berilgan umumlashtiruvchi tahlilga ko'ra, shaharlashuv ko'pincha hammaxo'r, donxo'r va kovaklarda uya quruvchi turlar uchun qulayroq sharoit yaratadi, biroq kuchli shaharlashuv natijasida umumiy turlar boyligi kamayishi mumkin [6, pp. 46–69]. Bu holat shahar muhitida resurslardan foydalanish imkoniyati yuqori bo'lgan turlar ustunlashishi bilan izohlanadi.

Shochat va hamkorlarining shahar ekotizimlariga oid tadqiqotlarida ham shaharlarda qushlarning umumiy son zichligi ayrim hollarda ortishi, biroq turlar xilma-xilligi kamayishi mumkinligi ko'rsatilgan. Mualliflar buni oziqa resurslarining ko'payishi, ayrim yirtqichlarning ta'sirining kamayishi, yashash muhitining soddalashuvi va inson bilan bog'liq turlarning ustunlashuvi bilan bog'laydi [7]. Demak, qushlarning shahar muhitida ko'p uchrashi har doim ham butun qushlar jamoasi uchun ekologik sharoit yaxshilanganini anglatmaydi.

Patankar va hamkorlari 1979–2020-yillarda nashr etilgan 226 ta ilmiy ishni umumlashtirib, shaharda yashovchi qushlarning ekologik, hayotiy, fiziologik, xulq-atvor va genetik xususiyatlarini tahlil qilgan [8, pp. 1–23]. Mualliflar shahar sharoitida oziqa va boshpana resurslaridan foydalanish xususiyatlari turlarning saqlanib qolishida muhim ekanini, keng ekologik imkoniyatlarga ega turlar esa tor ekologik ixtisoslashgan turlarga qaraganda shaharlashuv sharoitida ustun bo'lishi mumkinligini ko'rsatgan [8, pp. 1–23].

Zhong va hamkorlarining 2024-yilgi keng ko'lamli tadqiqotida Xitoyning 74 shahridagi 287 ta universitet va ilmiy muassasa hududlarida qayd etilgan 745 tur o'rganilgan. Tadqiqotchilar shaharlashuv hududiy turlar majmuasidan ayrim turlarni tanlab qoluvchi ekologik omil sifatida

ishlashini va turlarning shaharda uchrashi oziqlanish xilma-xilligi, yashash muhiti ko‘lami hamda oziqa izlashdagi xulq-atvor kabi belgilar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatgan [9, pp. 208–220].

Shunday qilib, xalqaro tadqiqotlar natijalarini umumlashtirganda, qushlarning antropogen muhitdan foydalanish qobiliyatini faqat turning shahar hududida mavjudligi bilan emas, balki uning oziqa resurslaridan foydalanish ko‘lami, yashash muhiti talabi, uya qurish strategiyasi va xulq-atvor moslashuvchanligi bilan birgalikda baholash maqsadga muvofiq.

Farg‘ona vodiysida antropogen muhitdan foydalanish. Farg‘ona vodiysi ornitofaunasining o‘rganilish tarixini tahlil qilgan Umarov va Kashkarov hudud qushlari haqidagi ma‘lumotlarni 1886–2023-yillar kesimida umumlashtirib, hudud faunasining zamonaviy holatini baholash va yangi yo‘nalishlarda tadqiqotlar olib borish zarurligini ko‘rsatgan [10, pp. 12–16]. Bu ish Farg‘ona vodiysida antropogen muhit va qushlar o‘rtasidagi munosabatlarni zamonaviy sharoitda alohida o‘rganish zarurligini asoslash uchun muhim manbalardan biridir.

Mamashukurovning Farg‘ona vodiysida olib borgan tadqiqotlari antropogen muhitdan foydalanishning bevosita misollarini beradi. 2022-yilgi tadqiqotda oq laylakning asosan aholi punktlarida tarqalishi, maynaning antropogen obyektlarda uya qurishi, dala chumchug‘ining antropogen landshaftlarda uya qurishi hamda hind chumchug‘ining ayrim hollarda jarliklar va daraxtlardan foydalanishi qayd etilgan [3, pp. 172–179]. Ushbu natijalar Farg‘ona vodiysida qushlarning antropogen muhitdan foydalanishi faqat oziqlanish bilan cheklanmasligini, balki ko‘payish va uya qurish jarayonlarini ham qamrab olishini ko‘rsatadi.

Shuningdek, Mamashukurovning 2021-yilgi tadqiqotida ayrim ommaviy qush turlarining baliqchilik xo‘jaliklari, elektr tarmoqlari, uzumzorlar, bug‘doy va sholi maydonlari bilan ekologik munosabatlari tahlil qilingan [11, pp. 32–41]. Masalan, oq laylaklarning yuqori kuchlanishli elektr ustunlarida yirik uya qurishi texnik muammolarni yuzaga keltirishi, maynalarning uzumzorlardan, chumchuqlarning esa donli ekin maydonlaridan oziqlanishi qayd etilgan [11, pp. 32–41]. Mazkur natijalar qushlarning antropogen muhitdan foydalanishi inson xo‘jaligi bilan bevosita bog‘liq ekologik va iqtisodiy oqibatlarini ham yuzaga keltirishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Bu holatni Conrad, Löw va Lamersning Farg‘ona vodiysi agro-landshaftlari bo‘yicha tadqiqotlari bilan ham bog‘lash mumkin. Mualliflar sug‘oriladigan hududlarda ekinlar tarkibi va landshaft xilma-xilligi aholi punktlari, sug‘orish inshootlari va yo‘l tarmog‘ining joylashuvi bilan bog‘liqligini aniqlagan [2, pp. 102–117]. Qushlar uchun bunday hududlar turli oziqa manbalari, daraxtzorlar va boshpana elementlarining fazoviy birikmasini hosil qilishi mumkin. Biroq bu xulosa qushlar bo‘yicha bevosita o‘lchangan natija emas, balki agro-landshaft tuzilishi haqidagi ma‘lumotlarni ornitologik tadqiqotlar bilan ekologik jihatdan bog‘lashga asoslangan talqindir.

Antropogen muhitdan foydalanishning ijobiy va salbiy tomonlari. Antropogen muhit qushlar uchun yangi oziqa, suv va uya joylarini yaratishi mumkin. Reynolds va hamkorlari shahar hududlarida ayrim turlar sun‘iy inshootlardan uya qurish uchun foydalanishini, sun‘iy uya qutilari kabi obyektlar esa ayrim turlarni qo‘llab-quvvatlashi mumkinligini ko‘rsatgan [4, pp. 841–860]. Biroq mualliflar barcha sun‘iy uya joylari foydali emasligini, ayrim holatlarda ular qushlarning ko‘payishi uchun “ekologik tuzoq”ka aylanishi mumkinligini ham ta’kidlaydi [4, pp. 841–860].

Qushlarning antropogen muhitdan foydalanishi ayrim hollarda inson xo‘jaligiga zarar yetkazishi mumkin. Farg‘ona vodiysi bo‘yicha Mamashukurov ma‘lumotlari bunga yaqqol misol bo‘lib, ayrim qushlarning uzumzorlar va donli ekin maydonlaridan oziqlanishi natijasida hosilga zarar yetishi mumkinligini ko‘rsatadi [11, pp. 32–41]. Shu sababli qushlarning antropogen muhitdan

foydalanishini baholashda faqat ularning soni yoki uchrash chastotasini emas, balki inson xo'jaligi bilan o'zaro ta'sirini ham hisobga olish zarur.

Boshqa tomondan, kuchli shaharlashuv yashash muhitining parchalanishi va tabiiy biotoplarning qisqarishiga olib kelishi mumkin. Patankar va hamkorlari tor ekologik talabga ega turlar shaharlashuv sharoitida ko'proq zaiflashishi mumkinligini qayd etgan [8, pp. 1–23]. Reynolds va hamkorlari esa shahar muhitidagi uya joylari ayrim turlar uchun qulay imkoniyat yaratishi bilan birga, ayrim hollarda muvaffaqiyatsiz ko'payish xavfini ham oshirishi mumkinligini ko'rsatgan [4, pp. 841–860].

Demak, antropogen muhitni qushlar uchun mutlaq “qulay” yoki “noqulay” muhit sifatida baholash ilmiy jihatdan yetarli emas. Uning ta'siri turning ekologik xususiyatlari, oziqlanish strategiyasi, uya qurish usuli, muhitga chidamliligi va antropogen resurslardan foydalanish qobiliyatiga qarab farqlanadi.

XULOSA

Ilmiy adabiyotlar tahlili Farg'ona vodiysida qushlarning antropogen muhitdan foydalanishi ko'p yo'nalishli ekologik hodisa ekanligini ko'rsatdi. Qushlar aholi punktlari, shaharlar, qishloq xo'jaligi maydonlari, bog'lar, uzumzorlar, baliqchilik xo'jaliklari, kanallar va turli sun'iy inshootlardan oziqlanish, uya qurish, ko'payish yoki mavsumiy foydalanish maqsadida foydalanishi mumkin [2, 3, 10, 11].

Xalqaro tadqiqotlar bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, antropogen muhitdan foydalanishda turning oziqa resurslaridan foydalanish ko'lami, yashash muhiti talabi, uya qurish xususiyatlari va xulq-atvor moslashuvchanligi muhim ahamiyatga ega [4–9]. Keng ekologik moslashuvga ega va turli resurslardan foydalana oladigan turlar shahar va antropogen landshaftlarda nisbatan yuqori darajada saqlanib qolishi mumkin, ekologik talabi tor turlar esa yashash muhitining o'zgarishiga sezgirroq bo'ladi [6, 8].

Farg'ona vodiysi sharoitida antropogen muhit qushlar uchun bir vaqtning o'zida yangi ekologik imkoniyatlar va yangi xavf omillarini shakllantiradi. Shu sababli kelgusidagi tadqiqotlarda qushlarning shahar markazi, shahar atrofi, qishloq aholi punktlari, agro-landshaftlar, bog'lar va suv obyektlaridan foydalanishini bir xil metodik yondashuv asosida taqqoslash, shuningdek, turlarning antropogen muhitga moslashuv darajasini ekologik belgilar asosida baholash maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Tojibaev K.Sh., Karimov F., Oh B.-U., Oh S.H., Jang C.-G. A checklist of the geophytes of Fergana Valley, Middle Asia—A monocotyledonous plant and biogeographical analysis // *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 2018. Vol. 11, No. 3. P. 431–441. DOI: 10.1016/j.japb.2018.06.003.

[2] Conrad C., Löw F., Lamers J.P.A. Mapping and assessing crop diversity in the irrigated Fergana Valley, Uzbekistan // *Applied Geography*. 2017. Vol. 86. P. 102–117. DOI: 10.1016/j.apgeog.2017.06.016.

[3] Мамашукуров А.У. Особенности экологии гнездования некоторых массовых видов птиц в условиях Ферганской долины // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8, № 12. С. 172–179. DOI: 10.33619/2414-2948/85/22.

[4] Reynolds S.J., Ibáñez-Álamo J.D., Sumasgutner P., Mainwaring M.C. Urbanisation and nest building in birds: a review of threats and opportunities // *Journal of Ornithology*. 2019. Vol. 160, No. 3. P. 841–860. DOI: 10.1007/s10336-019-01657-8.

- [5] McDonnell M.J., Hahs A.K. Adaptation and adaptedness of organisms to urban environments // *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2015. Vol. 46. P. 261–280. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-112414-054258.
- [6] Chace J.F., Walsh J.J. Urban effects on native avifauna: a review // *Landscape and Urban Planning*. 2006. Vol. 74, No. 1. P. 46–69. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.08.007.
- [7] Shochat E., Lerman S.B., Anderies J.M., Warren P.S., Faeth S.H., Nilon C.H. Invasion, competition, and biodiversity loss in urban ecosystems // *BioScience*. 2010. Vol. 60, No. 3. P. 199–208. DOI: 10.1525/bio.2010.60.3.6.
- [8] Patankar S., Jambhekar R., Suryawanshi K.R., Nagendra H. Which traits influence bird survival in the city? A review // *Land*. 2021. Vol. 10, No. 2. Article 92. P. 1–23. DOI: 10.3390/land10020092.
- [9] Zhong Y., Luo Y., Zhu Y. et al. Geographic variations in eco-evolutionary factors governing urban birds: the case of university campuses in China // *Journal of Animal Ecology*. 2024. Vol. 93, No. 2. P. 208–220. DOI: 10.1111/1365-2656.14038.
- [10] Umarov S.S., Kashkarov R.D. Retrospective analysis of the study area as a basis for selecting topical directions of faunistic research (on the example of ornithofauna of the Fergana Valley of Uzbekistan) // *The Way of Science*. 2024. No. 5(123). P. 12–16.
- [11] Мамашукуров А.У. Место и роль некоторых массовых видов птиц в биоповреждениях в Ферганской долине Узбекистана // *Бюллетень науки и практики*. 2021. Т. 7, № 9. С. 32–41. DOI: 10.33619/2414-2948/70/03.

STUDY OF THE VISCOSITY AND ADHESION PROPERTIES OF THERMOSTABLE PAINTS OBTAINED WITH A MODIFIER BASED ON SILICA SOL AND LIQUID GLASS

Akhmedov Hafiz Ibroimovich, Akhmedov Vohid Nizomovich

Bukhara State Technical University, Uzbekistan

e-mail: xafizibnaxmed@gmail.com

e-mail: voxid7@mail.ru

Abstract. This thesis presents a generalized account of the rheological (viscosity, density) and adhesion properties of thermostable composite paints obtained by modifying colloidal silica sol and liquid glass with an organic modifier. The studies were carried out using modern analytical methods consistent with national (GOST) and international (ASTM) standards.

Keywords: viscosity, density, adhesion, silica sol, liquid glass, polymerization, thermostable modifier.

Annotatsiya. Mazkur ishda kolloid kremniy dioksidi zoli va suyuq shishani organik modifikator yordamida modifikatsiyalash natijasida olingan termostabil kompozitsion bo'yoqlarning reologik xususiyatlari (qovushqoqligi, zichligi) hamda adgeziya xossalari umumlashtirilgan tahlili keltirilgan. Tadqiqotlar milliy (GOST) va xalqaro (ASTM) standartlarga muvofiq zamonaviy analitik usullardan foydalangan holda olib borilgan.

Kalit so'zlar: qovushqoqlik, zichlik, adgeziya, kremniy dioksidi zoli, suyuq shisha, polimerlanish, termostabil modifikator.

Аннотация. В данной работе представлен обобщённый анализ реологических свойств (вязкости, плотности) и адгезионных характеристик термостойких композиционных красок, полученных путём модификации коллоидного золь кремнезёма и жидкого стекла органическим модификатором. Исследования проводились с использованием современных аналитических методов в соответствии с национальными (ГОСТ) и международными (ASTM) стандартами.

Ключевые слова: вязкость, плотность, адгезия, золь кремнезёма, жидкое стекло, полимеризация, термостойкий модификатор.

INTRODUCTION

High competition in the construction and finishing materials market drives the search for new, technologically advanced solutions. Coatings containing silicate groups hold a leading position in terms of corrosion resistance and heat resistance, yet the main obstacle to the wide adoption of such materials is the complexity of their application and the low light-fastness of most systems. Long-term protection of metal structures from high temperatures, moisture, and aggressive environments remains a pressing scientific and practical challenge, in which strong adhesion of the coating to the substrate is one of the key indicators determining its protective properties.

Systems based on silica sol and liquid glass are promising owing to their environmental safety, high heat resistance, and cost-effectiveness. Condensation reactions between the silicate ions of liquid glass and the active silanol groups of silica sol form a three-dimensional silicon-oxygen network, which significantly improves both the mechanical properties of the coating and its adhesion to the substrate. Accordingly, a comprehensive study of the effect of the content of a thermostable organic modifier — obtained from acrylic acid, silica sol, liquid glass, and ethylene glycol — on the viscosity, density, and adhesion of the paint constitutes the aim of this research.

RESEARCH OBJECT AND METHODS

The research objects were a thermostable modifier obtained by modifying liquid glass and silica sol, as well as KO-8101 paint samples (gray- and red-pigmented) containing the modifier in various percentage ratios. Viscosity was measured at 20°C with a VZ-246 viscometer (Ø2, Ø4, Ø6 mm nozzles) in accordance with GOST 8420-74 and GOST 11066-74; density was determined by the pycnometric method. Adhesion was measured with an AMS-2 adhesion meter using the cross-cut method in both dry and wet states, in accordance with GOST 31149-2014 (ISO 2409) and ASTM D3359 (separation velocity $V = L/t_n$, mm/min).

RESEARCH RESULTS

As the modifier content increased from 5% to 20%, the viscosity of the system rose steadily, which is explained by the formation of a spatial lattice structure resulting from the interaction of modifier molecules with colloidal silica particles. In the red-pigment composition, viscosity increased from 53.3 to 59.1 s (10.9%), while in the gray-pigment composition it increased from 55.1 to 63.9 s (16.0%) — at every concentration the gray-pigment compositions showed higher viscosity than the red-pigment ones (Table 1).

Table 1. Effect of modifier concentration on paint viscosity (VZ-246, Ø4 mm).

Modifier content, %	Gray-pigment paint, viscosity, s	Red-pigment paint, viscosity, s
5	55.1	53.3
10	56.3	54.3
15	58.2	56.7
20	63.9	59.1

When the modifier content in the TB-1 composition was increased from 2% to 10%, viscosity rose in an almost linear fashion: by 9.5% for the Ø2 mm nozzle, 19.7% for the Ø4 mm nozzle, and 25.4% for the Ø6 mm nozzle. This indicates the formation of a strong spatial network between the modifier and colloidal silica, resulting in greater structural integrity of the coating and reduced pigment settling. A modifier content of 4–6% provides an optimal balance between wear resistance, storage stability, and coating quality.

Pycnometric measurements showed that as the modifier content increased from 0% to 10%, the density of the enamel paint decreased only slightly, from 1.300 g/cm³ to 1.285 g/cm³ — a reduction of about 1.15%. This small decrease is explained by the relatively low-density structure of the organic modifier molecules penetrating the silicate binder phase, and it does not adversely affect the mechanical stability of the coating.

The adhesion results were consistent with the viscosity and density trends (Table 2). In the gray-pigment composition, increasing the modifier content from 5% to 20% produced a steady rise in adhesion (by 6.3 units, or 5.1%), whereas in the red-pigment composition the positive effect of the modifier was considerably more limited. This is attributed to differences in the surface energy, dispersion level, and interfacial properties formed between the pigments and the colloidal silica–organic modifier system.

Table 2. Effect of modifier concentration on the density and on the dry- and wet-state adhesion of enamel paint (20°C).

Modifier content, %	Density, g/cm ³	Dry-state adhesion, N/cm ²	Wet-state adhesion, N/cm ²
0	1.300	300	143
2	1.297	311	147
4	1.295	317	151
6	1.289	321	155
8	1.287	327	159
10	1.285	335	166

As Table 2 shows, the sample without modifier had a dry adhesion of 300 N/cm² and a wet adhesion of 143 N/cm², while the addition of 10% modifier raised these values to 335 N/cm² (an increase of 11.7%) and 166 N/cm² (an increase of 16.1%), respectively. The three-dimensional Si–

O–Si siloxane network formed between the active silanol groups of the modifier and colloidal silica strengthens the coating structure and improves its adhesion to the substrate.

CONCLUSION

The studies showed that as the content of the thermostable organic modifier based on silica sol and liquid glass increases in the paint composition, the viscosity and adhesion of the system increase while the density decreases only slightly ($\approx 1.15\%$). The optimal ratio of silica sol to organic modifier was found to be 4:1 (80:20), at which the gray-pigment paint achieved the highest viscosity (63.9 s) and adhesion (321 N/cm²). For enamel paints, a modifier content of 4–6% was found to provide the optimal balance between viscosity, storage stability, and coating quality. These results confirm that the synthesized thermostable modifier is of practical value for creating highly adhesive, heat-resistant protective coatings for the long-term protection of metal and wood structures against aggressive environments.

REFERENCES:

- [1] Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. 10th ed. John Wiley & Sons, 2020.
- [2] Jones F.N., Nichols M.E., Pappas S.P. Organic Coatings: Science and Technology. 4th Edition. Wiley, New York, 2017.
- [3] Horrocks A.R., Price D. Fire Retardant Materials. Woodhead Publishing and CRC Press LLC, 2001.
- [4] Guo H., Wang L., Zhang Y. Influence of Silica Sol on Adhesion Properties of Waterborne Coatings. Progress in Organic Coatings, 2022, Vol. 164.
- [5] Akhmedov Kh., Tojiyev R., Karimov B. Physico-mechanical properties of thermostable coatings based on liquid glass. Chemistry and Chemical Technology, 2023, No. 3, pp. 45–51.

KUMUSH(I) IONLARINI IMMOBILIZATSIYALANGAN AZOREAGENT ASOSIDA SORBSION-SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASH

Tojiboyeva Feruzaxon Mamajonovna

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent 100174, O‘zbekiston
e-mail: tojiboyevaferuza030@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ish kumush(I) ionlarini immobilizatsiyalangan azoreagent asosida sorbsion-spektrofotometrik aniqlashga bag‘ishlangan. Tadqiqotning maqsadi Ag(I) ionlarini qattiq fazaga biriktirilgan rang hosil qiluvchi reagent yordamida konsentrlash va hosil bo‘lgan analitik signalni spektrofotometrik qayd etish imkoniyatlarini baholashdan iborat. Analitik tizimda 2,4-dibromo-6-karboksibenzendiazoaminoazobenzol (DBCBA) azoreagenti va dinatriy etilendiamintetraatsetat (Na₂EDTA) ishtirokidagi reaksiya o‘rganildi. Immobilizatsiyalangan reagentdan foydalanish sorbsiya va fotometrik aniqlash bosqichlarini yagona qattiq fazali tizimda birlashtirish imkonini beradi. Mavjud tajriba natijalarida ishlab chiqilgan yondashuv turli oqova suv namunalarida Ag(I) ionlarini aniqlash uchun qo‘llanib, nisbiy standart og‘ish 3,69 % ni tashkil etgan. Olingan natijalar immobilizatsiyalangan azoreagentlar asosida kumush(I) ionlarini aniqlashning amaliy imkoniyatini ko‘rsatadi. Ushbu yondashuvning keyingi bosqichida pH, kontakt

vaqti, reagentning immobilizatsiya darajasi, begona ionlar ta'siri, kalibrlash tavsifi va aniqlash chegarasini tizimli ravishda optimallashtirish usulning analitik tavsiflarini to'liq baholash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: kumush(I), Ag(I), azoreagent, DBCBAA, immobilizatsiya, sorbsiya, spektrofotometriya, Na₂EDTA, oqova suv.

Аннотация. Работа посвящена сорбционно-спектрофотометрическому определению ионов серебра(I) с использованием иммобилизованного азореагента. Цель исследования заключается в оценке возможности концентрирования Ag(I) на твердой фазе с последующей спектрофотометрической регистрацией аналитического сигнала. В исследуемой системе использован азореагент 2,4-дибром-6-карбоксибензеназодиаминоазобензол (DBCBAА), а также рассмотрена реакция в присутствии динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Na₂EDTA). Иммобилизация реагента на твердой матрице позволяет объединить сорбционное концентрирование и регистрацию оптического сигнала на одной фазе. Согласно имеющимся экспериментальным результатам, предложенный подход был применен для анализа различных проб сточных вод; относительное стандартное отклонение при определении Ag(I) составило 3,69 %. Полученные данные свидетельствуют о возможности практического применения иммобилизованных азореагентов для определения серебра(I) в водных объектах. Для дальнейшего совершенствования метода необходимо систематически установить влияние pH, времени контакта, количества иммобилизованного реагента, посторонних ионов, диапазона калибровки и других метрологических характеристик.

Ключевые слова: серебро(I), Ag(I), азореагент, DBCBAА, иммобилизация, сорбция, спектрофотометрия, сточные воды.

Abstract. This work is devoted to the sorption-spectrophotometric determination of silver(I) ions using an immobilized azo reagent. The aim of the study is to evaluate the possibility of concentrating Ag(I) on a solid phase followed by spectrophotometric registration of the analytical signal. The analytical system includes 2,4-dibromo-6-carboxybenzenediazoaminoazobenzene (DBCBAА) as an azo reagent and the reaction system in the presence of disodium ethylenediaminetetraacetate (Na₂EDTA). Immobilization of the reagent on a solid matrix makes it possible to combine sorption preconcentration and optical signal registration on the same solid phase. According to the available experimental results, the proposed approach was applied to different wastewater samples, and a relative standard deviation of 3.69% was obtained for Ag(I) determination. These results demonstrate the practical potential of immobilized azo reagents for silver(I) determination in aqueous samples. Further optimization should include the effects of pH, contact time, reagent loading, foreign ions, calibration characteristics, and other analytical performance parameters.

Keywords: silver(I), Ag(I), azo reagent, DBCBAА, immobilization, sorption, spectrophotometry, wastewater.

KIRISH

Kumush va uning birikmalari zamonaviy sanoat, elektronika, elektrotexnika, qoplama texnologiyalari, tibbiyot va boshqa sohalarda keng qo'llanadi. Ushbu jarayonlar natijasida kumush ionlari suvli muhitga tushishi mumkin. Shuning uchun Ag(I) ionlarini sezgir, takrorlanuvchan va

amaliy jihatdan qulay usullar yordamida aniqlash atrof-muhit analitikasi uchun muhimdir. Spektrofotometrik usullar metall ionlarining rangli reagentlar bilan kompleks yoki boshqa rangli analitik shakllar hosil qilishiga asoslanib, nisbatan sodda asbob-uskunalar bilan ishlash imkonini beradi. Analitik reagentni qattiq fazaga immobilizatsiya qilish sorbsion konsentrlash va optik aniqlashni birlashtirish imkonini beruvchi istiqbolli yondashuv hisoblanadi. Bunda reagent qattiq matritsada mahkamlangan bo'lib, tahlil qilinayotgan eritmada Ag(I) ionlarini ushlab qolish va hosil bo'lgan rangli analitik shaklni qayd etish uchun faol markaz vazifasini bajaradi. Shu jihatdan immobilizatsiyalangan azoreagentlar asosidagi tizimlar suv va oqova suv namunalarini tahlil qilishda qiziqish uyg'otadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi-immobilizatsiyalangan azoreagent asosida Ag(I) ionlarini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash imkoniyatlarini o'rganish va usulning amaliy qo'llanishini baholash.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotda kumush(I) ionlari uchun rang hosil qiluvchi azoreagent sifatida 2,4-dibromo-6-karboksibenzendiazoaminoazobenzol (DBCBA) dan foydalanilgan. Reagent qattiq matritsaga immobilizatsiya qilinib, hosil qilingan material Ag(I) ionlarini sorbsion ushlab qolish va keyingi spektrofotometrik aniqlash uchun qo'llanilgan. Analitik tizimda Na_2EDTA ishtirokidagi reaksiya ham o'rganilgan. Usulning umumiy sxemasi quyidagicha: Ag(I) saqllovchi eritma yoki real namuna immobilizatsiyalangan azoreagent bilan kontaktga kiritiladi; Ag(I) ionlari qattiq fazadagi faol markazlar bilan o'zaro ta'sirlashadi; rangli analitik shakl hosil bo'lgach, qattiq fazaning optik signali spektrofotometrik usulda qayd etiladi. Miqdoriy aniqlash kalibrlash bog'liqligi asosida amalga oshiriladi. Usulni to'liq tavsiflash uchun pH, kontakt vaqti, immobilizatsiyalangan reagent miqdori, Ag(I) konsentratsiyasi, begona ionlarning ta'siri va namuna matritsasi kabi omillar baholanishi lozim. Mazkur tezisda faqat mavjud tajriba natijalari bilan tasdiqlangan ko'rsatkichlar keltirildi; hali aniqlanmagan parametrlar raqamlar bilan to'ldirilmadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Immobilizatsiyalangan DBCBA asosidagi tizim Ag(I) ionlarini qattiq fazada ushlab qolish va ularning mavjudligini optik signal orqali baholash imkonini berdi. Bunday tizimning muhim xususiyati analitik reagentning eritmada erkin holda sarflanmasdan, qattiq matritsa bilan bog'langan holatda ishlatilishidir. Natijada sorbsiya va spektrofotometrik aniqlash bosqichlarini yagona analitik platformada amalga oshirish imkoniyati paydo bo'ladi.

Ag(I) ni aniqlashda Na_2EDTA ishtirokidagi tizimning qo'llanilishi analitik jarayonning kimyoviy sharoitini boshqarish imkonini beradi. Bunda kompleks hosil bo'lish muvozanati va begona ionlarning mavjudligi analitik signalga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli dissertatsiya tadqiqotining keyingi bosqichida Na_2EDTA konsentratsiyasini, pH ni va begona ionlarning ta'sirini eksperimental asosda optimallashtirish muhim.

Mavjud natijalarga ko'ra, ishlab chiqilgan yondashuv turli oqova suv namunalarida Ag(I) ionlarini aniqlashda sinab ko'rilgan. Aniqlash natijalarining nisbiy standart og'ishi 3,69 % ni tashkil etgan. Ushbu natija usulning real namunalarda takrorlanuvchanligini baholash uchun muhim ko'rsatkichdir. Shu bilan birga, usulning to'liq analitik tavsifini berish uchun kalibrlashning chiziqli diapazoni, aniqlash chegarasi, qayta topilish darajasi, selektivligi va sorbsiya sig'imi kabi ko'rsatkichlarni alohida aniqlash zarur.

Taklif etilayotgan yondashuvning istiqbolli jihati shundaki, turli azoreagentlarni bir xil yoki turli qattiq matritsalariga immobilizatsiya qilib, ularning Ag(I) ga nisbatan analitik xususiyatlarini taqqoslash mumkin. Bunda reagentning immobilizatsiya darajasi, sorbsiya kinetikasi, rang hosil bo'lish tezligi va signalning barqarorligi asosiy mezonlar sifatida qaraladi. Mazkur parametrlarning o'zaro bog'liqligini o'rganish kumush(I) ionlarini aniqlash uchun optimal sorbsion-spektrofotometrik tizimni tanlashga imkon beradi.

XULOSA

Kumush(I) ionlarini immobilizatsiyalangan azoreagent asosida sorbsion-spektrofotometrik aniqlashning analitik imkoniyatlari ko'rib chiqildi. DBCBAA asosidagi immobilizatsiyalangan reagent Ag(I) ionlarini qattiq fazada aniqlash uchun qo'llanildi va yondashuv turli oqova suv namunalari sinovdan o'tkazildi. Mavjud tajriba natijalarida nisbiy standart og'ish 3,69 % ni tashkil etdi. Olingan natijalar immobilizatsiyalangan azoreagentlar asosida Ag(I) ni aniqlash istiqbolli ekanligini ko'rsatadi. Usulni yanada takomillashtirish uchun pH, kontakt vaqti, reagent miqdori, begona ionlar ta'siri, sorbsiya sig'imi, kalibrlash diapazoni va aniqlash chegarasini tizimli ravishda aniqlash zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Tojiboyeva F.M., Madatov U.A., Smanova Z.A. Spectrophotometric determination of silver (I) ions using immobilized organic reagents // O'zbekiston Kimyo jurnali. — 2025. — №3. — P. 175–181.

[2] Fujimura K., Odake T., Takiguchi H., Watanabe N., Sawada T. Flow injection spectrophotometric determination of sub-mg dm⁻³ silver(I) in a strongly acidic solution containing concentrated copper(II) using a pyridylazo reagent // Analytical Sciences. — 2011. — Vol. 27, No. 12. — P. 1197–1201. DOI: 10.2116/analsci.27.1197.

[3] Kassem M.A. Development of a cloud-point extraction method for spectrophotometric nano determination of silver in real samples // Analytical Methods. — 2015. — Vol. 7. — P. 6747–6754. DOI: 10.1039/C5AY01094B.

GALLIY ARSENIID (GaAs): TUZILISHI, XOSSALARI VA UNDAGI DEFEKTLARNING ELEKTR O'TKAZUVCHANLIKKA TA'SIRI

Qodirova Shahloxon Oribjon qizi

Qo'qon Davlat Universiteti

e-mail: sahloxonerkinzonova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada galliy arsenid (GaAs) haqida umumiy ma'lumot berilgan: uning kristall tuzilishi, asosiy fizik xossalari va qayerda ishlatilishi ko'rib chiqilgan. Shundan so'ng GaAs kristalidagi ikki xil nuqson — nuqtaviy defektlar (vakansiya, tugunlararo atom) va chiziqli defektlar (dislokatsiya) haqida sodda tilda tushuntirish berilgan. Tadqiqot uchun turli usulda o'stirilgan hamda nurlantirilgan GaAs namunalari olindi. Namunalarda tashuvchilar konsentratsiyasi va harakatchanligi Xoll effekti usulida, defektlar zichligi esa rentgen difraktometriyasi usulida o'lchandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, GaAs kristalida nuqson qancha ko'p bo'lsa, elektr o'tkazuvchanlik shuncha yomonlashadi: nuqtaviy defektlar tashuvchilar harakatchanligini

pasaytiradi, dislokatsiyalar esa tashuvchilar sonini kamaytiradi. Olingan natijalar GaAs asosidagi qurilmalar sifatini oshirishda foydali bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: *galliy arsenid (GaAs), kristall tuzilishi, nuqtaviy defektlar, dislokatsiyalar, elektr o'tkazuvchanlik, Xoll effekti.*

Аннотация. *В статье в доступной форме рассказывается об арсениде галлия (GaAs): его кристаллической структуре, основных физических свойствах и областях применения. Далее простым языком объясняются два вида нарушений решётки — точечные дефекты (вакансии, межузельные атомы) и линейные дефекты (дислокации). Для исследования использовались образцы GaAs, выращенные разными способами и облучённые нейтронами. Концентрация и подвижность носителей измерялись методом эффекта Холла, плотность дефектов — методом рентгеновской дифрактометрии. Результаты показали: чем больше дефектов в кристалле GaAs, тем хуже его электропроводность — точечные дефекты снижают подвижность носителей, а дислокации уменьшают их количество. Полученные результаты полезны для повышения качества приборов на основе GaAs.*

Ключевые слова: *арсенид галлия (GaAs), кристаллическая структура, точечные дефекты, дислокации, электропроводность, эффект Холла.*

Abstract. *This paper gives a simple overview of gallium arsenide (GaAs): its crystal structure, main physical properties, and typical uses. It then explains, in plain terms, two kinds of lattice defects — point defects (vacancies, interstitial atoms) and line defects (dislocations). GaAs samples grown by different methods and irradiated with neutrons were studied. Carrier concentration and mobility were measured by the Hall-effect method, and defect density by X-ray diffractometry. The results show that the more defects a GaAs crystal has, the worse its electrical conductivity becomes: point defects lower carrier mobility, while dislocations reduce carrier concentration. These findings can help improve the quality of GaAs-based devices.*

Keywords: *gallium arsenide (GaAs), crystal structure, point defects, dislocations, electrical conductivity, Hall effect.*

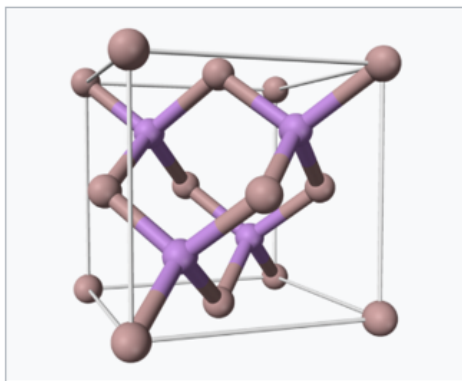
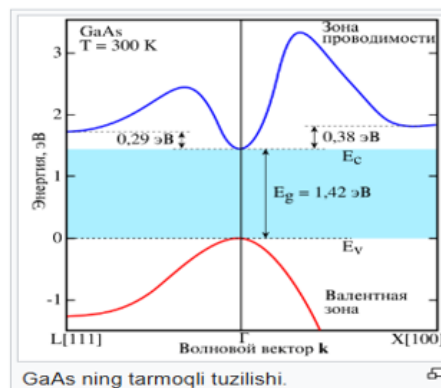
KIRISH

Galliy arsenid (GaAs) — kimyoviy elementlar davriy jadvalidagi galliy va mishyak atomlaridan tashkil topgan yarimo'tkazgich material. GaAs kristali olmos tuzilishiga o'xshash panjarada joylashgan bo'lib, har bir galliy atomi to'rtta mishyak atomi bilan bog'langan.

GaAs kremniyga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega: elektronlar undan tezroq harakatlanadi, u yorug'lik chiqarish va qabul qilish xususiyatiga ega, hamda yuqori haroratlarda ham yaxshi ishlaydi. Shu sababli GaAs telefonlar va sun'iy yo'ldoshlarning yuqori chastotali qismlarida, lazer va svetodiodlarda, quyosh panellarida keng qo'llaniladi.

GaAs qurilmalarining yaxshi ishlashi kristallning sifatiga bog'liq. Lekin kristallni o'stirish jarayonida unda kichik nuqsonlar — defektlar paydo bo'lishi mumkin. Defektlar ikki turga bo'linadi: nuqtaviy defektlar (masalan, panjaradagi bo'sh joy — vakansiya) va chiziqli defektlar (dislokatsiya, ya'ni panjara qatorining siljib qolishi).

Bu defektlar GaAs ichida elektronlarning erkin harakatlanishiga xalaqit beradi. Natijada material yomonroq o'tkazgichga aylanadi.



Ushbu maqolaning maqsadi — avval GaAs haqida umumiy ma'lumot berish, so'ngra undagi defektlar elektr o'tkazuvchanlikka qanday ta'sir qilishini sodda tarzda tushuntirishdir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot uchun turli usulda o'stirilgan GaAs namunalari olindi. Namunalarning bir qismida ko'proq nuqtaviy defekt hosil qilish uchun ular neytron nurlari bilan nurlantirildi. Boshqa namunalarda esa dislokatsiyalar soni ortishi uchun ular biroz egib-bukib (deformatsiya qilib) tayyorlandi.

Har bir namunada tashuvchilar (elektron va kovaklar) soni va harakatchanligi Xoll effekti deb ataluvchi oddiy usul yordamida o'lchandi. Bu usulda namunadan tok o'tkazilib, unga magnit maydon ta'sir ettiriladi va hosil bo'lgan kuchlanish o'lchanadi. Defektlar sonini bilish uchun esa rentgen nurlari yordamida kristallning tuzilishi tekshirildi.

Tashuvchilar harakatchanligi turli sabablarga bog'liq bo'lgani uchun, uni quyidagi sodda formula orqali ifodalash mumkin:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu_{\text{issiqlik}}} + \frac{1}{\mu_{\text{defekt}}} \quad (1)$$

bu yerda μ_{issiqlik} — kristall panjaraning issiqlik tebranishlari (fononlar) tufayli cheklangan harakatchanlik, μ_{defekt} — kristalldagi nuqson (defekt)lar tufayli cheklangan harakatchanlik. Ya'ni harorat ham, defektlar ham elektronlarning yo'lini to'sadi, lekin qaysi sabab kuchliroq bo'lsa, harakatchanlikka aynan o'sha ko'proq ta'sir qiladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Sof, defekti kam bo'lgan GaAs namunalarida elektronlar harakatchanligi yuqori bo'ldi — bu kristallning sifatli ekanini ko'rsatadi. Namunalar neytron bilan nurlantirilgandan so'ng, ularda harakatchanlik sezilarli darajada pasaydi. Bu tabiiy holat: nurlantirish natijasida kristallda ko'proq nuqtaviy defekt (vakansiya) paydo bo'ladi, ular esa elektronlarga «to'siq» bo'lib xizmat qiladi.

Dislokatsiyalar soni ko'p bo'lgan namunalarda esa boshqa hodisa kuzatildi: bu safar elektronlar harakatchanligi unchalik ko'p o'zgarmadi, ammo erkin elektronlar soni kamaydi. Buning sababi shuki, dislokatsiyalar elektronlarni o'ziga «ushlab qoladi», ya'ni ularni erkin holatdan chiqarib yuboradi.

Harorat pasayganda ham qiziq natija olindi. Yuqori haroratda (xona haroratidan yuqori) barcha namunalarda harakatchanlikka asosan issiqlik tebranishlari ta'sir qildi. Ammo harorat past bo'lganda

(sovutilganda), ko'p defektli namunalarda aynan defektlarning ta'siri kuchliroq bo'lib chiqdi. Sof namunalarda esa past haroratda harakatchanlik, aksincha, yaxshilandi.

Xulosa qilib aytganda, ikki xil defekt ikki xil ta'sir ko'rsatadi: nuqtaviy defektlar ko'proq elektronlarning tezligiga (harakatchanligiga) ta'sir qiladi, dislokatsiyalar esa ko'proq erkin elektronlar soniga ta'sir qiladi. Ikkalasi ham GaAs ning elektr o'tkazuvchanligini yomonlashtiradi.

XULOSA

Ushbu maqolada galliy arsenid (GaAs) haqida umumiy ma'lumot berildi va uning kristalidagi ikki xil defekt — nuqtaviy defektlar va dislokatsiyalar — elektr o'tkazuvchanlikka qanday ta'sir qilishi oddiy tilda tushuntirildi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, defektlar qancha ko'p bo'lsa, GaAs shuncha yomon o'tkazgich bo'ladi: nuqtaviy defektlar elektronlar tezligini pasaytiradi, dislokatsiyalar esa ularning sonini kamaytiradi. Bu natijalar GaAs asosidagi qurilmalarni yasashda kristall sifatiga alohida e'tibor berish kerakligini yana bir bor ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Milnes, A.G. Deep Impurities in Semiconductors. — New York: Wiley, 1973. — 528 b.
- [2] Look, D.C. Electrical characterization of GaAs materials and devices // Journal of Applied Physics. — 1989. — Jild 65, № 8. — B. 1–14.
- [3] Bourgoin, J.C., Lannoo, M. Point Defects in Semiconductors II: Experimental Aspects. — Berlin: Springer-Verlag, 1983. — 293 b.
- [4] Pons, D., Bourgoin, J.C. Irradiation-induced defects in GaAs // Journal of Physics C: Solid State Physics. — 1985. — Jild 18, № 20. — B. 3839–3871.
- [5] Мильвидский, М.Г., Освенский, В.Б. Структурные дефекты в монокристаллах полупроводников. — Москва: Металлургия, 1984. — 256 с.
- [6] Yu, P.Y., Cardona, M. Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties. — Berlin: Springer, 2010. — 775 b.
- [7] Каримов, А.В., Юнусов, М.С. Радиационные дефекты в арсениде галлия и их влияние на электрофизические свойства // Физика и техника полупроводников. — 2015. — Т. 49, № 6. — С. 745–751.

ASETONNI ANIQLOVCHI ANALIZATOR SIGNALINI KONSENTRASIYAGA BOG'LIQLIGI VA ASOSIY XATO QIYMATLARINI ANIQLASH

Xolmurzayev F.F., Eshkobilova M.E., Abduraxmonov E.

Annotatsiya. Ushbu maqolada yarimo 'tkazgichli sensor asosida ishlab chiqilgan "YAO'A-As" gaz analizatorining aseton konsentratsiyasini aniqlashdagi metrologik va analitik xususiyatlari tadqiq etilgan. Gaz analizatorining $0\text{--}100\text{ mg/m}^3$ va $100\text{--}1000\text{ mg/m}^3$ o'lchash diapazonlarida analitik signalining aseton konsentratsiyasiga bog'liqligi o'rganilgan hamda asosiy absolyut va keltirilgan xatolik qiymatlari aniqlangan. Tajribalar gaz-bug' aralashmalaridan foydalangan holda, $n=5$ va $P=0,95$ ishonchlilik darajasida amalga oshirilgan. Olingan natijalar analizator signalining o'rganilgan konsentratsiya diapazonlarida aseton miqdoriga nisbatan chiziqli xarakterga ega ekanligini ko'rsatdi. $0\text{--}100\text{ mg/m}^3$ diapazonida asosiy absolyut xatolik $0,5\text{--}0,7\text{ mg/m}^3$, asosiy keltirilgan xatolik esa $0,5\text{--}0,7\%$ oralig'ida qayd etildi. $100\text{--}1000\text{ mg/m}^3$ diapazonida aniqlangan

xatolik qiymatlari tegishli davlat standarti bilan belgilangan yo'l qo'yiladigan chegaralardan oshmadi. Tadqiqot natijalari ishlab chiqilgan gaz analizatoridan inson nafasi hamda ishlab chiqarish jarayonlari chiqindi gazlaridagi asetonning mikro va makrokonsentratsiyalarini nazorat qilishda foydalanish imkoniyatini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: aseton, gaz analizator, yarimo'tkazgichli sensor, YAO'A-As, aseton konsentratsiyasi, analitik signal, absolyut xatolik, keltirilgan xatolik, gaz-bug' aralashmasi, metrologik tavsif, GOST.

Аннотация. В статье исследованы метрологические и аналитические характеристики газоанализатора «YAO'A-As», разработанного на основе полупроводникового сенсора, для определения концентрации ацетона. Изучена зависимость аналитического сигнала газоанализатора от концентрации ацетона в диапазонах измерений 0–100 и 100–1000 мг/м³, а также определены значения основной абсолютной и приведённой погрешностей. Экспериментальные исследования проводились с использованием газопаровых смесей при $n=5$ и доверительной вероятности $P=0,95$. Полученные результаты показали линейный характер зависимости сигнала газоанализатора от концентрации ацетона в исследованных диапазонах. В диапазоне 0–100 мг/м³ основная абсолютная погрешность составила 0,5–0,7 мг/м³, а основная приведённая погрешность находилась в пределах 0,5–0,7%. В диапазоне 100–1000 мг/м³ значения погрешностей не превышали допустимых пределов, установленных соответствующим государственным стандартом. Результаты исследования подтверждают возможность применения разработанного газоанализатора для контроля микро- и макроконцентраций ацетона в выдыхаемом воздухе человека и выбросах производственных процессов.

Ключевые слова: ацетон, газоанализатор, полупроводниковый сенсор, YAO'A-As, концентрация ацетона, аналитический сигнал, абсолютная погрешность, приведённая погрешность, газопаровая смесь, метрологические характеристики, ГОСТ.

Abstract. This article investigates the metrological and analytical characteristics of the “YAO'A-As” gas analyzer developed on the basis of a semiconductor sensor for the determination of acetone concentration. The dependence of the analytical signal on acetone concentration was studied within the measurement ranges of 0–100 mg/m³ and 100–1000 mg/m³, and the basic absolute and reduced errors were determined. The experiments were performed using gas-vapor mixtures with $n=5$ measurements at a confidence level of $P=0.95$. The obtained results demonstrated a linear relationship between the analytical signal of the gas analyzer and acetone concentration over the investigated ranges. In the 0–100 mg/m³ range, the basic absolute error was 0.5–0.7 mg/m³, while the basic reduced error ranged from 0.5% to 0.7%. In the 100–1000 mg/m³ range, the determined error values did not exceed the permissible limits established by the relevant state standard. The results confirm the potential of the developed gas analyzer for monitoring micro- and macro-concentrations of acetone in human breath and industrial process emissions.

Keywords: acetone, gas analyzer, semiconductor sensor, YAO'A-As, acetone concentration, analytical signal, absolute error, reduced error, gas-vapor mixture, metrological characteristics, GOST.

KIRISH

Aseton yengil uchuvchan organik birikma bo'lib u zaharli va inson salomatligi uchun xavfli [1]. Ruxsat yetilgan me'yoridan yuqori konsentrasiyalarda u kanserogen. Shu sababli, atrof-muhit havosidagi aseton bug'larini aniqlash imkoniyatlarini tadqiq qilish xavfsizlik va inson sog'lig'ini muhofaza qilishning muhim vazifalaridan biridir [2,3]. Asetonning yuqori darajada zaharli yekanligi va ularning portlovchanligi sababli, atmosfera havosi va chiqindi gazlari tarkibidagi miqdorini doimiy nazoratini ta'minlash masalasi muhim va dolzarb.

MATERIALLAR VA USULLAR

Gaz analizatorini konsentrasiyaning 0-100 mg/m³ va 100-1000 mg/m³ oralig'ida sinovdan o'tkazish va asosiy xato qiymatini aniqlash uchun gaz-bo'g' aralashmasi analizatorga quyidagi ketma-ketlikda kiritildi: 1-3-5-3-1-5, bu gaz aralashmasi rakamlar o'lchanadigan komponentlarni quyidagi konsentasiyalariga mos keladi (%): №1=105; №3=505; №5= 955. Gaz analizatorining sinov vaqtidagi asosiy mutloq xatosi gaz analizatorining ko'rsatkichgichi bilan haqiqiy konsentrasiya oralig'idagi farq kurinishida aniqlandi. Asosiy keltirilgan xato gaz analizatorining ko'rsatkichgichi bilan haqiqiy konsentrasiya oralig'idagi farqni asbobni o'lchov diapazoniga nisbatidan foydalanib topildi. YAO'A-As signalining aseton konsentrasiyasini birinchi (0-100 mg/m³) va ikkinchi ulchav diapazonlari (100-1000 mg/m³) oralig'ida konsentasiyaga bog'liqligi 1 va 2-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

Yarimo'tkazgichli sensor asosida tayyorlangan YAO'A-As analizatorining 0-100 mg/m³ oralig'idagi signalini aralashmadagi aseton miqdoriga bog'liqligini tekshirish natijalari (n=5, R=0,95).

Aralashmadagi aseton miqdori, mg/m ³	Aniqlangan aseton miqdori, mg/m ³		
	$\bar{x} \pm x$	S	$S_r \cdot 10^2$
5	5,1±0,1	0,08	1,6
25	24,5±0,4	0,32	1,3
50	51,0±0,5	0,40	0,8
100	97,3±0,5	0,40	0,4

2-jadval

YAO'A-As analizatorining 100-1000 mg/m³ o'lchav oralig'idagi signalini aralashmadagi aseton miqdoriga bog'liqligi (n=5, R=0,95).

Aralashmadagi aseton miqdori, mg/m ³	Aniqlangan aseton miqdori, mg/m ³		
	$\bar{x} \pm x$	S	$S_r \cdot 10^2$
100	98±0,7	0,56	0,6
200	201±0,6	0,48	0,2
300	302±1,2	0,96	0,3
400	403±2,6	2,09	0,5
500	501±1,5	1,21	0,2
600	603±2,2	1,77	0,3
700	697±4,2	3,38	0,5
800	804±3,3	2,65	0,3

900	903±3,1	2,49	0,3
1000	996±4,7	0,56	0,1

Taqdim etilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, o'rganilayotgan konsentrasiya intervalida gaz analizatorining analitik signalini aseton konsentrasiyasiga bog'liqligi to'g'ri chiziqli tavsifga ega. Bu yesa tegishli GOST talablariga mos keladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Aniqlash diapazoni 0-100 mg/m³ ga teng bo'lgan gaz analizatorining asosiy mutlaq xatoligi (Δ) tekshirish nuqtalarida (4.1) formula bo'yicha aniqlandi, asosiy keltirilgan xatolik γ_{pr} qiymatlari yesa (4.3) tenglama yordamida topildi. γ_{pr} qiymatini gaz analizatori ko'rsatkichlarining tekshirish nuqtasiga yaqinlashishdagi uchta qiymatidan, kichikdan katta qiymatlarga qarab topamiz: gaz-bo'g' aralashmalari (GBA) tarkibidan aniqlangan aseton miqdorini o'rtacha arifmetik qiymatlar 21,2 va 21,6 mg/m³. Keyinchalik, ikkita o'rtacha arifmetik qiymatdan umumiy o'rtacha arifmetik qiymatni topamiz – 21,4 va formulaga qo'yamiz: $\gamma_{pr, \%} = (22,0 - 21,4)100/100 = 0,6$; bunda suratdagi qiymatlar ayirmasi (0,6) – mutlaq xatolik qiymatidir. 0-100 mg/m³ diapazonidagi YAO'A-As analizatorining asosiy absolyut va keltirilgan xato qiymatlarini aniqlash natijalari 3 jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

"YAO'A-As" gaz analizatorining 0-100 mg/m³ o'lchanadigan konsentrasiyalar diapazonida asosiy absolyut va asosiy keltirilgan xatoligini tekshirishda olingan natijalar (n=5, P=0,95; GBA №1-22,0; №3-48; №5-99).

Tajriba raqami	Asbobni kursatishi, mg/m ³					
	Gaz-bug' aralashmasi raqami					
	1	3	5	3	1	5
1	21	46	99	48	21	98
2	20	47	98	47	22	98
3	22	48	101	49	22	99
4	21	48	98	48	21	98
5	22	47	99	47	22	99
sredn.	21,2	47,2	99,0	47,8	21,6	98,4
sredn.	21,4	47,5	98,7			
Asosiy abs. xato, mg/m ³	0,6	0,5	0,7			
Asos.keltirilgan xato,%	0, 6	0, 5	0, 7			

Topilgan mutlaq va nisbiy xatoliklar hamda analitik signal variatsiyasi qiymatlari GOST 13320-81 bo'yicha normal sharoitlarda belgilangan o'rganilgan parametrlarning yo'l qo'yiladigan chegaralaridan oshmaydi. Ishlab chiqilgan gaz analizatorining o'lchash diapazoni (100-1000 mg/m³) dagi signal qiymatini gaz-bo'g' aralashmasidagi aseton konsentrasiyasiga bog'liqligi tug'ri chiziqli tavsifga ega (jadval 4.) ekanligi aniqlangan bo'lib ushbu diapazonda abobning asosiy absolyut va keltirilgan xato qiymatlari 4.jadvalda keltirilgan.

4-jadval.

Konsentrasiyaning 100-1000 mg/m³ diapazonida asetonni aniqlovchi "YAO'A-As" gaz analizatorining asosiy absolyut va asosiy keltirilgan xatoligi

(n=5, P=0,95; GBA №1-22,0; №3-48; №5-99).

Aniqlanuvchi kursatgich	Aralashmadagi aseton miqdori, mg/m ³						Xatoning 52033-2003 rakamli davlat standartiga mos yul quyi-lishi mumkin bo‘lgan qiymati, %
	0	100	250	500	750	1000	
Asosiy absolyut xato ()	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	±0,25
Keltirilgan xato ()	0	0,01	0,05	1,00	0,05	1,00	±5,0

XULOSA

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko‘rinib turibdiki, «YAO‘A-As» gaz analizatori o‘rganilgan konsentrsiyalar oralig‘idagi asosiy absolyut () va keltirilgan() xato qiymati tegishli davlat standarti bilan belgilangan kiymatlaridan past va bu ishlab chiqilgan analizatorlarni asetonni inson nafasi va ishlab chiqarish jarayonlari chiqindi gazlari tarkibidagi mikro va makrokonsentrsiyalarini nazoratida ishlatilish imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1]. Patent 2196983 S1 RU. MPK 7 G01N29/00. Sposob razdelnogo opredeleniya fenola i drugix aromatcheskix uglevodorodov / T.A. Kuchmenko, R.P. Lisiskaya, YA.I. Korenman; zayavitel i patentoobladatel «Voronejskaya gosudarstvennaya texnologicheskaya akademiya». – Opubl. 20.01.2003, Byul. №2.

[2]. Patent 2205391 S1 RU. MPK 7 G01N27/00, G01N33/00. Sposob opredeleniya fenola i formaldegida v vozduxe rabochey zoni / T.A.Kuchmenko,D.Kudinov, YA.I. Korenman; zayavitel i patentoobladatel Gosudarstven-219

[3]. Patent 2456590 RU. MPK G 01 N 30 00. Sposob test-identifikasii mnogokomponentnix gazovix smesey benzola, toluola, fenola, formaldegida, asetona i ammiaka zayavitel i patentoobladatel Gosudarstvennoe obrazovatelnoe uchrejenie visshego professionalnogo obrazovaniya «Voronejskaya gosudarstvennaya texnologicheskaya akademiya». – Opubl. 20.07. 2012, Byul. №10. – 16 s.

POLIETILENGA METALLORGANIK BIRIKMALARNI BIRIKTIRISH VA ULARNING SAMARADORLIGINI TADQIQ QILISH

Iqbolov Shohruh Po‘lat o‘g‘li¹, Qiyomov Sharifjon Nozimovich¹

¹Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, Toshkent,
e-mail: Iqbolovshohruh1@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda polietilen polimerining fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xossalarini yaxshilash maqsadida faol metallorganik qo‘shimchalardan foydalanish texnologiyasining nazariy asoslari tahlil qilingan. Metal saqlagan organik qo‘shimchalarning polimer zanjiriga birikish mexanizmlari, metallotsen va Sigler–Natta katalizatorlari, grafting hamda krosslinking jarayonlari ko‘rib chiqilgan. Modifikatsiya natijasida materialning termik barqarorligi va mexanik mustahkamligi sezilarli darajada oshishi tushuntirilgan.

Kalit so‘zlar: Polietilen, metallorganik qo‘shimchalar, metallotsen, Sigler–Natta katalizatori, grafting, choklash, nanokompozitsion materiallar.

Аннотация. В данной работе проанализированы теоретические основы технологии использования активных металлоорганических добавок с целью улучшения физико-химических и эксплуатационных свойств полиэтилена. Рассмотрены механизмы связывания металлосодержащих органических добавок с полимерной цепью, процессы с участием металлоценовых и катализаторов Циглера–Натта, графтинга и сшивания. Разъяснено значительное повышение термической стабильности и механической прочности материала в результате модификации.

Ключевые слова: Полиэтилен, металлоорганические добавки, металлоцен, катализатор Циглера–Натта, графтинг, сшивание, нанокomпозиционные материалы.

Abstract. This paper analyzes the theoretical foundations of technology using active organometallic additives to improve the physicochemical and operational properties of polyethylene. The binding mechanisms of metal-containing organic additives to the polymer chain, along with metallocene and Ziegler–Natta catalysts, grafting, and crosslinking processes are examined. The significant enhancement of thermal stability and mechanical strength resulting from modification is elucidated.

Keywords: Polyethylene, organometallic additives, metallocene, Ziegler–Natta catalyst, grafting, crosslinking, XLPE, nanocomposite materials.

KIRISH

Polimerlar kimyosida polietilen eng keng tarqalgan va ishlab chiqarish hajmi bo‘yicha yetakchi o‘rinni egallaydigan polimer hisoblanadi. Hozirgi kunda sanoatda past zichlikdagi, yuqori zichlikdagi hamda chiziqli past zichlikdagi polietilen turlari keng qo‘llanilmoqda. Polietilenning kimyoviy inertligi, yuqori dielektrik xossalari va arzonligi uning afzalligi bo‘lsa-da, uning molekulyar zanjirida qutbli funksional guruhlarining yo‘qligi va yopiq strukturaga egaligi sababli termik va mexanik barqarorligi cheklangan. Tarixiy jihatdan olib qaralganda, 1933-yilda past zichlikdagi polietilen kashf qilinganidan buyon polietilenni sintez qilish va modifikatsiyalash asosan yuqori bosim va erkin radikalli jarayonlarga tayanib kelgan. Biroq oddiy polietilen materiallari kabel izolyatsiyasida ko‘pi bilan 70°C haroratgacha ishlay oladi. Ushbu cheklovlarni bartaraf etish uchun uning zanjiriga faol metallorganik qo‘shimchalar biriktirish hamda choklash va payvandlash texnologiyalarini tatbiq etish zaruriyati tug‘ilmoqda.

MATERIALLAR VA USULLAR

An‘anaviy usullarda polietilen ishlab chiqarish va modifikatsiyalash bir qancha muammolarga ega edi. Xususan, geterogen Sigler–Natta katalizatorlari ko‘p markazli faol strukturaga egaligi sababli olingan polimerlarning molekulyar og‘irlik taqsimoti keng bo‘lib, polimerning bir jinsliligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatgan. Shuningdek, dikumil peroksid yordamida klassik choklash yuqori samaradorlik bersa-da, jarayon davomida ko‘p miqdorda nojo‘ya mahsulotlar hosil bo‘ladi. Ushbu nojo‘ya birikmalar polimer ichida eriydi, o‘tkir hid beradi va kabel izolyatsiyasida elektr teshilish xavfini oshiradi. Modifikatsiyalanmagan polietilen esa yuqori haroratda tez deformatsiyalanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida zamonaviy metallorganik va kimyoviy usullar qoʻllanilmoqda. Sigler–Natta tizimlaridan farqli oʻlaroq, metallotsenlar bir markazli katalizatorlar hisoblanadi. Ular aromatik halqalar orasida joylashgan metall atomiga ega sendvich strukturasini hosil qiladi. Metilalyumoksan kokatalizatori klasterli tuzilishga ega boʻlib, u katalizatorning faolligini 10 000 baravargacha oshiradi. U faol markazni faollashtiradi, monomer metallga yaqinlashadi va zanjir orasiga yangi monomer uzluksiz kirib boradi, natijada bir jinsli yuqori sifatli polietilen olinadi. Polietilenga funksional guruhlarini biriktirishda grafting-onto, grafting-through hamda grafting-from usullari solishtirilganda, grafting-from usuli payvand zanjirlarining uzunligini va zichligini aniq nazorat qilish imkonini beradi. Peroksidli usulning nojoʻya mahsulotlar berish muammosini hal qilish uchun silanli va azo usulida choklash texnologiyalari taklif etiladi. Vinilsilanlar polietilen zanjiriga payvandlanganda, silan guruhlari qutbli boʻlganligi sababli polimerning moslashuvchanligini oshiradi. Choklangan polietilen haroratga chidamliligini 80 – 90°C ga, qisqa tutashuvda esa 250°C ga oshiradi. Kremniy-kislorod va kremniy-uglerod bogʻlarining yuqori dissotsiatsiya energiyasi polimerning parchalanish haroratini keskin koʻtaradi. Azo-initsiatorlar peroksidlarga nisbatan termik barqaror boʻlib, parchalanganda toza uglerod-uglerod choklangan tarmoq hosil qiladi.

Metallorganik qoʻshimchalar bilan modifikatsiyalangan hamda choklangan polietilennning fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilinganda, payvandlanish darajasi va gel-faza miqdori ortishi bilan polietilennning choʻzilishdagi mustahkamligi va deformatsion bardoshliligi oshishi kuzatildi. Gel-faza miqdorining optimal koʻrsatkichlarida kristallik darajasi biroz pasayib, makromolekulalarning harakatchanligi boshqariladigan holatga keladi. Metallorganik modifikatorlar nanotoʻldirgichlarning polimer matritsasida bir tekis disperslanishini va fazalararo adgeziyani kuchaytirib, materialga antibakterial va yuqori ekspluatatsion xossalarni beradi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, polietilenni metallorganik birikmalar yordamida modifikatsiyalash uning anʼanaviylikdan kelib chiqqan termik va mexanik cheklovlarini bartaraf etish imkonini beradi. Metallotsen katalizatorlari va metilalyumoksan kokatalizatori bir markazli yuqori faolliги bilan polimer mikrostrukturasini aniq boshqarishni taʼminlaydi. Peroksidli usulning kamchiliklariga nisbatan silanli va azo usulida choklash yuqori termik barqarorlik va dielektrik xossalarga ega izolyatsiya materiallarini olishda eng samarali texnologiya hisoblanadi. Kelgusida metallorganik qoʻshimchalar va nanotoʻldirgichlar asosida ekologik xavfsiz, yuqori ekspluatatsion chidamlilikka ega nanokompozitsion polietilen tizimlarini ishlab chiqish ustuvor ilmiy yoʻnalish hisoblanadi.

FOYDANALILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Patel R.M. Polyethylene // Multilayer Flexible Packaging (Second Edition). – 2016. – P. 17–34.
- [2]. Kaminsky W., Laban A. Metallocene Catalysis // Applied Catalysis A: General. – 2001. – Vol. 222. – P. 47–61.
- [3]. Vittoria A. et al. Demystifying Ziegler–Natta catalysts // ACS Catalysis. – 2017. – Vol. 7. – P. 4509–4518.
- [4]. Ahmad H., Rodrigue D. Crosslinked Polyethylene: A Review on the Crosslinking Techniques // Polymer Engineering & Science. – 2022. – Vol. 62. – P. 2376–2401.

[5]. Morshedjian J., Hosseinpour P.M. Polyethylene cross-linking by two-step silane method: a review. – 2009. – P. 103–128.

METALLORGANIK BIRIKMALAR ASOSIDA POLIETILENNING MAKROMOLEKULYAR TUZILISHINI BOSHQARISH VA MODIFIKATSIYALASHNING NAZARIY ASOSLARI

Iqbolov Shohruh Po'lat o'g'li¹, Qiyomov Sharifjon Nozimovich¹

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, Toshkent

Annotatsiya. Ushbu ishda polietilen (PE) polimerining fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xossalari yaxshilash maqsadida faol metallorganik qo'shimchalardan foydalanish texnologiyasining nazariy asoslari tahlil qilingan. Metall saqlagan organik qo'shimchalarning polimer zanjiriga birikish mexanizmlari, shuningdek, metallotsen va Sigler–Natta katalizatorlari, grafting (payvandlash) hamda krosslinking (choklash) jarayonlari ko'rib chiqilgan. Modifikatsiya natijasida materialning termik barqarorligi va mexanik mustahkamligi sezilarli darajada oshishi tushuntirilgan.

Kalit so'zlar: Polietilen, metallorganik qo'shimchalar, metallotsen, Sigler–Natta katalizatori, grafting, choklash, XLPE, nanokompozitsion materiallar.

Abstract. This paper analyzes the theoretical foundations of the technology for developing active organometallic additives to enhance the physicochemical and performance properties of polyethylene (PE). The mechanisms of chemical attachment of metal-containing organic additives to the polymer chain are comprehensively discussed, with a specific focus on metallocene and Ziegler–Natta catalysts, grafting, and crosslinking processes. The scientific review demonstrates that organometallic modification significantly increases the thermal stability and mechanical strength of the resulting polymeric materials.

Keywords: Polyethylene, organometallic additives, metallocene, Ziegler–Natta catalysts, grafting, crosslinking, XLPE, nanocomposite materials.

Аннотация В данной работе проанализированы теоретические основы технологии использования активных металлоорганических добавок с целью улучшения физико-химических и эксплуатационных свойств полиэтилена (ПЭ). Рассмотрены механизмы связывания металлосодержащих органических добавок с полимерной цепью, а также процессы с участием металлоценовых и катализаторов Циглера – Натта, прививочной сополимеризации (графтинга) и сшивания (кроссликинга). Разъяснено значительное повышение термической стабильности и механической прочности материала в результате модификации.

Ключевые слова: Полиэтилен, металлоорганические добавки, металлоцен, катализатор Циглера – Натта, графтинг, сшивание, XLPE, нанокomпозиционные материалы.

KIRISH

Polietilen (PE) o'zining yuqori kimyoviy barqarorligi, qayta ishlash qulayligi va yaxshi dielektrik xossalari tufayli zamonaviy plastik massalar sanoatida eng ko'p ishlab chiqariladigan

termoplastik polimer hisoblanadi. Biroq, uning issiqlikka chidamliligi va mexanik mustahkamligining cheklanganligi, qutbsiz tabiati tufayli texnologik modifikatsiyalashni talab etadi. Polietilen zanjiriga faol metallorganik qo'shimchalarni kiritish va krosslinking jarayonlarini amalga oshirish materialning ekspluatatsion imkoniyatlarini keskin kengaytiradi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Metallorganik qo'shimchalar polimer tizimlarida yuqori katalitik va barqarorlashtiruvchi faollikni namoyon etadi. Eng keng tarqalgan tizimlar qatoriga metallotsen va Sigler–Natta katalizatorlari kiradi.

Metallotsen tizimlari: An'anaviy tizimlardan farqli o'laroq, bir markazli faol tuzilishga ega bo'lib, yuqori selektivlik namoyon qiladi. Metilalyumoksan (MAO) faollashtiruvchisi ishtirokida olefinlarning polimerlanish tezligi keskin ortib, bir jinsli mikrostrukturaga ega polimerlar sintez qilinadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Grafting (Payvandlash) mexanizmlari: Polimer zanjiriga funksional guruhlarni biriktirish asosan uch xil usulda amalga oshiriladi: *grafting-onto* (ustiga payvandlash), *grafting-through* (orqali polimerlash) va *grafting-from* (asosdan o'stirish). Tahlillar shuni ko'rsatadiki, *grafting-from* usuli graft-zanjirlar uzunligini samaraliroq nazorat qilish imkonini beradi.

Choklash (Crosslinking) usullari: Polietilenda uch o'lchamli to'rsimon struktura (XLPE) hosil qilish uchun peroksid, silan va azo usullari qo'llaniladi. Peroksidli choklashda dikumil peroksid (DCP) keng qo'llanilsa-da, tizimda keton tipidagi nojo'ya mahsulotlar (hid va dielektrik muammolar) qolish xavfi bor. Silanli choklashda esa vinilsilan birikmalari PE zanjiriga graftlanib, namlik ishtirokida mustahkam bog'larini hosil qiladi. Bu esa kabel sanoatida izolyatsiya qatlamining ishchi haroratini dan gacha ko'tarish imkonini beradi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, grafting va gel-faza miqdori ortishi bilan materialning cho'zilishdagi mustahkamligi oshadi, ammo haddan tashqari choklanish elastiklikning pasayishiga olib kelishi sababli jarayonni optimallashtirish zarur.

XULOSA

Faol metallorganik qo'shimchalar asosida modifikatsiyalangan polietilenlar zamonaviy sanoatda yuqori termik va mexanik barqarorlikka ega istiqbolli materiallar hisoblanadi. Metallotsen katalizatorlari, silanli, peroksidli va azo choklash usullari yordamida olingan XLPE materiallari kabel sanoati, elektrotexnika va yuqori ekspluatatsion talab qo'yiladigan sohalarida keng qo'llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. Patel R. M. Polyethylene // Multilayer Flexible Packaging. – 2016. – P. 17–34.
- [2]. Kaminsky W., Laban A. Metallocene catalysis // Applied Catalysis A: General. – 2001. – Vol. 222. – P. 47–61.
- [3]. Ahmad H., Rodrigue D. Crosslinked Polyethylene: A Review on the Crosslinking Techniques, Manufacturing Methods, Applications, and Recycling // Polymer Engineering & Science. – 2022. – Vol. 62, No. 8. – P. 2376–2401.
- [4]. Morshedjani J., Hosseinpour M. Polyethylene cross-linking by two-step silane method: a review // Iranian Polymer Journal. – 2009. – Vol. 18, No. 2. – P. 103–128.

FAOLLASHTIRILGAN UGLEROD VA O'TISH METALL OKSIDLARI ASOSIDAGI UCH KOMPLEMENTLI NANOKOMPOZITLARNING SUPERKONDENSATORLAR UCHUN ELEKTROD MATERIAL SIFATIDAGI ISTIQBOLLARI

Otemisov U.S¹., Aytmuratov S.Q¹., Eshmuratov A.B¹., Adizov B.Z²

Qoraqalpoq davlat universiteti¹

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti²

e-mail: uliqbek.utemidov@gmail.com

Annotatsiya. Zamonaviy energetika va elektronika sohasining jadal rivojlanishi yuqori quvvat zichligi, tez zaryadlanish va razryadlanish, uzoq siklik xizmat muddati hamda yuqori elektrokimyoviy barqarorlikka ega energiya saqlash qurilmalarini yaratishni talab qilmoqda. Superkondensatorlar ushbu talablarga javob beruvchi istiqbolli elektrokimyoviy energiya saqlash qurilmalaridan biri hisoblanadi. Biroq ularning amaliy ko'rsatkichlari, ayniqsa energiya zichligi, ko'p jihatdan elektrod materialining fizik-kimyoviy va elektrokimyoviy xususiyatlariga bog'liq. Ushbu tezisdagi faollashtirilgan uglerod va uch komponentli o'tish metall oksidlari asosida nanokompozit elektrod materiallarini yaratishning ilmiy asoslari tahlil qilinadi. Faollashtirilgan uglerodning yuqori solishtirma sirt maydoni, rivojlangan g'ovak strukturasi va yaxshi elektr o'tkazuvchanligi metall oksidlarining psevdokapasitiv xususiyatlari bilan birlashtirilishi natijasida superkondensator elektrodining elektrokimyoviy samaradorligini oshirish mumkin. Ayniqsa, Ni-Mn-O, Ni-Co-Mn-O kabi ko'p komponentli tizimlar tarkib, morfologiya va interfeys xususiyatlarini boshqarish imkonini beradi. Uglerod-metall oksidi kompozitlarida uglerod komponenti elektron tashish va ion diffuziyasi uchun karkas vazifasini bajarishi, metall oksidi esa qo'shimcha redoks faol markazlarini ta'minlashi mumkin. [1] Ushbu ishda nanokompozitlarning strukturaviy va morfologik xususiyatlarini XRD, SEM, FTIR va BET usullari bilan, elektrokimyoviy xususiyatlarini esa siklik voltammetriya, galvanostatik zaryadlanish-razryadlanish va elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi yordamida baholash masalalari yoritiladi. Shuningdek, nanokompozit tarkibi, metall oksidi zarrachalarining dispersligi va uglerod-oksid interfeysining elektrod samaradorligiga ta'siri muhokama qilinadi.

Kalit so'zlari: superkondensator, faollashtirilgan uglerod, metall oksidi, nanokompozit, uch komponentli oksid, NiO, MnO₂, Co₃O₄, psevdokapasitans, elektrod, g'ovak struktura, elektrokimyoviy sig'im.

Аннотация. Стремительное развитие современной энергетики и электроники обуславливает необходимость создания устройств хранения энергии, обладающих высокой удельной мощностью, быстрыми процессами заряда и разряда, длительным циклическим сроком службы и высокой электрохимической стабильностью. Суперконденсаторы являются одним из перспективных типов электрохимических устройств хранения энергии, способных удовлетворить данным требованиям. Однако их эксплуатационные характеристики, особенно энергетическая плотность, во многом зависят от физико-химических и электрохимических свойств электродного материала. В настоящей работе рассматриваются научные основы получения нанокomпозитных электродных материалов на основе активированного углерода и трехкомпонентных оксидов переходных металлов. Объединение высокой удельной поверхности, развитой пористой структуры и хорошей электропроводности активированного углерода с псевдоёмкостными свойствами оксидов

металлов позволяет повысить электрохимическую эффективность электродов суперконденсаторов. Особый интерес представляют многокомпонентные системы на основе Ni–Mn–O и Ni–Co–Mn–O, позволяющие регулировать состав, морфологию и межфазные характеристики материала. В углерод–оксидных композитах углеродный компонент может выполнять функцию проводящего каркаса, обеспечивающего перенос электронов и диффузию ионов, тогда как оксид металла обеспечивает дополнительные редокс-активные центры [1]. В работе рассматриваются вопросы оценки структурных и морфологических характеристик нанокompозитов методами рентгеновской дифракции (XRD), сканирующей электронной микроскопии (SEM), инфракрасной Фурье-спектроскопии (FTIR) и анализа удельной поверхности методом BET. Электрохимические свойства материалов предлагается исследовать методами циклической вольтамперометрии, гальваностатического заряда–разряда и электрохимической импедансной спектроскопии. Кроме того, анализируется влияние состава нанокompозита, дисперсности частиц оксида металла и межфазного взаимодействия между углеродом и оксидом на электрохимические характеристики электрода.

Ключевые слова: суперконденсатор, активированный углерод, оксид металла, нанокompозит, трехкомпонентный оксид, NiO, MnO₂, Co₃O₄, псевдоёмкость, электрод, пористая структура, электрохимическая ёмкость.

Abstract. The rapid development of modern energy and electronics has created an increasing demand for energy-storage devices with high power density, rapid charge–discharge capability, long cycling life, and high electrochemical stability. Supercapacitors are considered one of the promising types of electrochemical energy-storage devices capable of meeting these requirements. However, their practical performance, particularly energy density, is strongly dependent on the physicochemical and electrochemical properties of the electrode materials. This thesis discusses the scientific basis for the development of nanocomposite electrode materials based on activated carbon and ternary transition-metal oxides. Combining the high specific surface area, well-developed porous structure, and good electrical conductivity of activated carbon with the pseudocapacitive properties of metal oxides can improve the electrochemical performance of supercapacitor electrodes. In particular, multicomponent systems based on Ni–Mn–O and Ni–Co–Mn–O provide opportunities to control the composition, morphology, and interfacial characteristics of the materials. In carbon–metal oxide composites, the carbon component can serve as a conductive framework facilitating electron transport and ion diffusion, while the metal oxide can provide additional redox-active sites [1]. This work considers the characterization of the structural and morphological properties of the nanocomposites using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and Brunauer–Emmett–Teller (BET) surface-area analysis. The electrochemical properties of the materials are proposed to be evaluated using cyclic voltammetry, galvanostatic charge–discharge measurements, and electrochemical impedance spectroscopy. Furthermore, the effects of nanocomposite composition, metal-oxide particle dispersion, and carbon–oxide interfacial interactions on the electrochemical performance of the electrode are discussed.

Keywords: supercapacitor, activated carbon, metal oxide, nanocomposite, ternary oxide, NiO, MnO₂, Co₃O₄, pseudocapacitance, electrode, porous structure, electrochemical capacitance.

KIRISH

Energiya iste'molining ortib borishi va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining rivojlanishi elektr energiyasini samarali saqlash texnologiyalariga bo'lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda. Quyosh va shamol energiyasi kabi manbalarining ishlab chiqarish quvvati doimiy bo'lmagani sababli energiyani qisqa vaqt ichida qabul qilish va zarur vaqtda tez qaytarish imkonini beruvchi qurilmalar muhim ahamiyat kasb etmoqda. Superkondensatorlar yuqori quvvat zichligi, tez zaryadlanish–razryadlanish va uzoq siklik xizmat muddati bilan bunday tizimlarda istiqbolli qurilma sifatida qaraladi [1]. Superkondensatorlarning asosiy ishlash xususiyatlari elektrod materialining tabiati bilan chambarchas bog'liq. Uglerodli materiallar, ayniqsa faollashtirilgan uglerod, yuqori solishtirma sirt maydoni va rivojlangan g'ovaklikka ega bo'lgani uchun superkondensatorlarda eng ko'p qo'llaniladigan elektrod komponentlaridan biridir. Faollashtirilgan uglerodning g'ovaklari elektrolit ionlari uchun katta kontakt yuzasini hosil qiladi va elektr ikki qatlamli sig'im shakllanishiga imkon beradi. Shu bilan birga, faqat uglerodli elektrodning energiya saqlash imkoniyatlarini yanada oshirish zarurati mavjud. Shu sababli uglerod materiallarini o'tish metall oksidlari bilan birlashtirishga asoslangan gibrid va kompozit elektrodlar keng o'rganilmoqda. Metall oksidlari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qatnashib, psevdokapasitiv sig'im hosil qiladi. Uglerodning elektr ikki qatlamli sig'imi va metall oksidining faradaik sig'imi birgalikda elektrodning umumiy elektrokimyoviy ko'rsatkichlarini yaxshilashi mumkin. [1, 2] Uch komponentli nanokompozitlardan foydalanish esa material xususiyatlarini yanada kengroq boshqarish imkonini beradi. Uchinch komponentning kiritilishi elektron tuzilma, kristall struktura, sirt faol markazlari, ion diffuziyasi va morfologik xususiyatlarga ta'sir ko'rsatishi mumkin. MnO_2 asosidagi uch komponentli nanokompozitlar bo'yicha sharhlarda uchinchi komponentni kiritish kompozitning tarkibi, morfologiyasi va elektrokimyoviy xususiyatlarini sezilarli darajada o'zgartirishi mumkinligi ko'rsatilgan [4]. Shu sababli faollashtirilgan uglerod asosidagi uch komponentli metall oksidi nanokompozitlarini o'rganish yuqori samarali superkondensator elektrodlarini ishlab chiqishda muhim ilmiy yo'nalish hisoblanadi.

Superkondensatorlarda zaryad saqlash mexanizmi

Superkondensatorlarda zaryad saqlash jarayoni asosan ikki xil mexanizm bilan bog'liq: elektr ikki qatlamli sig'im va psevdokapasitiv sig'im. Elektr ikki qatlamli sig'imda elektrolit ionlari elektrod sirtida fizik tarzda to'planadi. Bunday jarayonda kuchli kimyoviy bog'lanishlar hosil bo'lmaydi. Faollashtirilgan uglerodning yuqori g'ovakligi va katta sirt maydoni ushbu jarayon uchun qulay sharoit yaratadi. Psevdokapasitiv mexanizm esa elektrod yuzasida tezkor oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari sodir bo'ladi. Nikel, kobalt, marganes va boshqa o'tish metallari oksidlari bir nechta oksidlanish darajalariga ega bo'lishi sababli bunday reaksiyalarda faol ishtirok etishi mumkin. Metall oksidlarining aynan shu xususiyati ularni yuqori sig'imli elektrodlar yaratish uchun qiziqarli qiladi. [2] Uglerod–metall oksidi kompozitlarida ushbu ikkita mexanizmni birlashtirish mumkin. Uglerod elektr o'tkazuvchi karkas va g'ovakli tayanch vazifasini bajaradi, metall oksidi esa redoks faol markazlarini ta'minlaydi. Natijada elektrodning energiya va quvvat ko'rsatkichlari o'rtasidagi muvozanatni yaxshilash imkoniyati paydo bo'ladi [1].

Faollashtirilgan uglerodning roli

Faollashtirilgan uglerod superkondensator elektrodlarida qo'llash uchun bir qator afzalliklarga ega. Ularning eng muhimlari:

- a) yuqori solishtirma sirt maydoni;

- b) rivojlangan mikro- va mezogʻovaklik;
- c) nisbatan yaxshi elektr oʻtkazuvchanlik;
- d) kimyoviy barqarorlik;
- e) turli xomashyolardan olish imkoniyati;
- f) nisbatan past tannarx.

Uglerod–metall oksidi kompozitlari boʻyicha keng qamrovli sharhda faollashtirilgan uglerod metall oksidlari uchun tayanch boʻlib, ularning aglomeratsiyasini kamaytirishi va elektrodning elektron transportini yaxshilashi mumkinligi koʻrsatilgan [1].

Masalan, NiO va faollashtirilgan uglerod kompozitida NiO zarrachalarining uglerod yuzasida dispersiylanishi metall oksidining faol sirtidan samaraliroq foydalanish imkonini bergan. Bu holat uglerod tayanchining faqat elektr oʻtkazuvchanlikni emas, balki metall oksidi zarrachalarining morfologik holatini ham boshqarishdagi ahamiyatini koʻrsatadi [1].

Bundan tashqari, uglerodning gʻovak strukturasi elektrolit ionlarining metall oksidi yuzasiga yetib borishiga yordam beradi. Shu sababli uglerodning mikro-, mezo- va makrogʻovakliklari oʻrtasidagi nisbat elektrodning ion transport xususiyatlarini belgilovchi muhim omillardan biridir.

Uch komponentli metall oksidi nanokompozitlarining afzalligi

Bir komponentli metall oksidlarida faqat bitta turdagi redoks faol markazlar mavjud boʻladi. Ikki yoki uch komponentli tizimlarda esa bir nechta metall ionlarining oksidlanish-qaytarilish jarayonlari ishtirok etishi mumkin. Masalan, nikel va marganes oksidlarini faollashtirilgan uglerod bilan birlashtirish boʻyicha tajribaviy tadqiqotda NiO/MnO₂/AC uch komponentli nanokompoziti gidrotermal usulda olingan va uning elektrokimyoviy xususiyatlari XRD, SEM, FTIR, CV, GCD hamda EIS usullari bilan tekshirilgan. Tadqiqotda NiO/MnO₂/AC nanokompoziti uchun 1347 F/g gacha boʻlgan solishtirma sigʻim qayd etilgan [3]. Bu natija uch komponentli kompozitlarda komponentlarning oʻzaro taʼsirini oʻrganish muhimligini koʻrsatadi. Uch komponentli tizimning yana bir afzalligi — uning tarkibini boshqarish imkoniyatidir. Masalan, Ni:Mn yoki Ni:Co:Mn nisbatlarini oʻzgartirish orqali materialning kristall strukturasi, zarracha oʻlchami, elektr oʻtkazuvchanligi va redoks faolligini oʻzgartirish mumkin. Biroq metall oksidining miqdorini ortiqcha oshirish doimo ijobiy natija bermaydi. Metall oksidi koʻp boʻlganda uglerodning gʻovaklari yopilishi, ion transportining sekinlashishi va elektr qarshilikning ortishi mumkin. Shu sababli kompozit tarkibini optimallashtirish muhim.

Chegaraviy qatlam va interfeys muhandisligi

Mazkur mavzuning eng muhim jihatlaridan biri uglerod–metall oksidi–elektrolit interfeysini boshqarish hisoblanadi. Elektrokimyoviy zaryad saqlash jarayonlari asosan elektrod va elektrolit oʻrtasidagi chegaraviy qatlamda sodir boʻladi. Shu sababli ushbu interfeysning strukturasi elektrodning ishlash samaradorligiga katta taʼsir koʻrsatadi. Agar metall oksidi zarrachalari uglerod yuzasida bir tekis tarqalsa, elektrolit bilan aloqa qiladigan faol sirt maydoni ortishi mumkin. Aksincha, zarrachalarning agregatsiyasi faol sirtini kamaytiradi. Uglerod–metall oksidi kompozitlari boʻyicha tadqiqotlar uglerod komponenti metall oksidi uchun fizik tayanch boʻlib, zaryad tashish kanallarini taʼminlashini koʻrsatadi [1]. Shuning uchun interfeys muhandisligida quyidagi omillarni boshqarish muhim:

1. metall oksidi zarrachalarining oʻlchami;
2. zarrachalarning uglerod yuzasida taqsimlanishi;
3. uglerodning gʻovakligi;
4. metall oksidi va uglerod oʻrtasidagi kontakt;

5. elektrolit ionlarining g'ovaklarga kirish imkoniyati;
6. elektron va ion transport yo'llari.

Ushbu omillarning optimal kombinatsiyasi elektrodning yuqori tezlikda ishlash qobiliyatini yaxshilashi mumkin.

Nanokompozitni sintez qilish yondashuvlari

Faollashtirilgan uglerod va metall oksidlari asosidagi kompozitlarni olish uchun bir necha sintez usullaridan foydalanish mumkin. Jumladan:

- a) gidrotermal sintez;
- b) solvotermal sintez;
- c) sol-gel usuli;
- d) kimyoviy cho'ktirish;
- e) elektrokimyoviy cho'ktirish;
- f) impregnatsiya;
- g) termik sintez.

k) Gidrotermal sintez uch komponentli metall oksidi/uglerod tizimlarini olish uchun qulay usullardan biri hisoblanadi. $\text{NiO}/\text{MnO}_2/\text{AC}$ nanokompozitiga bag'ishlangan tajribada ham gidrotermal usuldan foydalanilgan [3].

Umumiy ilmiy yondashuvda avval metall tuzlarining eritmasi tayyorlanadi va unga faollashtirilgan uglerod dispersiyasi qo'shiladi. Aralashtirish orqali metall ionlarining uglerod yuzasi bilan o'zaro ta'siri ta'minlanadi. Keyingi bosqichda gidrotermal ishlov berish orqali metall oksidi yoki unga tegishli prekursorlarning uglerod yuzasida shakllanishi ta'minlanadi.

Sintezdan keyin material yuviladi, quritiladi va kerak bo'lsa termik ishlovdan o'tkaziladi. Natijada uglerod matritsasiga integratsiyalangan metall oksidi nanostrukturasi hosil bo'ladi.

Bu yerda sintez sharoitlari — harorat, vaqt, pH, prekursor konsentratsiyasi va komponentlar nisbati — yakuniy materialning morfologiyasini belgilaydi.

Nanokompozitlarning strukturaviy tavsifi

Olingan nanokompozitning xususiyatlarini to'liq baholash uchun bir nechta instrumental tahlil usullaridan foydalanish talab etiladi.

XRD yordamida kristall fazalar va kristallik darajasi aniqlanadi. Ushbu usul metall oksidi fazalarining hosil bo'lganligini tasdiqlashda muhim.

SEM yordamida materialning morfologiyasi va metall oksidi zarrachalarining uglerod yuzasidagi taqsimlanishi o'rganiladi.

FTIR materialdagi funksional guruhlar va kimyoviy bog'lanishlarni aniqlashga yordam beradi.

BET yordamida solishtirma sirt maydoni, g'ovak hajmi va g'ovaklarning o'lcham taqsimoti aniqlanadi.

Ushbu tahlillarni elektrokimyoviy natijalar bilan birgalikda baholash muhim. Masalan, yuqori solishtirma sirt maydoni mavjud bo'lsa ham, metall oksidi zarrachalari g'ovaklarni to'sib qo'ygan bo'lsa, ion transporti yomonlashishi mumkin.

Shu sababli elektrod samaradorligini faqat bitta parametr bilan baholash to'g'ri emas.

Siklik barqarorlik

Superkondensator elektrodining amaliy qo'llanilishi uchun faqat yuqori boshlang'ich sig'im yetarli emas. Material uzoq vaqt davomida ko'p marotaba zaryadlanish–razryadlanish jarayonlariga bardosh berishi kerak.

Metall oksidlarida takroriy redoks jarayonlari davomida strukturaviy o'zgarishlar yuz berishi mumkin. Uglerodli tayanch bunday o'zgarishlarni qisman cheklashga yordam berishi mumkin. Uglerod–metall oksidi kompozitlari bo'yicha sharhda uglerodning metall oksidi uchun tayanch bo'lishi va kompozitning transport xususiyatlarini yaxshilashi ta'kidlangan. [1]

NiO/MnO₂ nanokompozitiga bag'ishlangan tajribada NMO materialining 10 000 sikldan keyin yuqori sig'imni saqlab qolgani ko'rsatilgan [3]. Bunday natijalar metall oksidi asosidagi nanostrukturalarning uzoq muddatli ishlash imkoniyatini o'rganish muhimligini ko'rsatadi.

Tadqiqotning istiqbollari

Kelajakdagi tadqiqotlarda faollashtirilgan uglerodni turli mahalliy biomassa xomashyolaridan olish ham muhim yo'nalish bo'lishi mumkin. Biomassadan olingan faollashtirilgan uglerodning afzalligi xomashyoning mavjudligi, qayta tiklanuvchanligi va g'ovak strukturani boshqarish imkoniyati bilan bog'liq. 2026-yildagi sharhlarda biomassadan olingan faollashtirilgan uglerod superkondensatorlar uchun barqaror uglerod manbasi sifatida ko'rib chiqilgan [6].

Bundan tashqari, uch komponentli metall oksidi tarkibini optimallashtirish, nanostruktura morfologiyasini boshqarish va elektrod–elektrolit interfeysini modifikatsiyalash orqali yuqori elektrokimyoviy ko'rsatkichlarga erishish mumkin.

So'nggi tadqiqotlarda metall oksidlarini ko'p komponentli tizim sifatida faollashtirilgan uglerod bilan birlashtirishga bo'lgan qiziqish ham davom etmoqda. Masalan, 2026-yilda chop etilgan tadqiqotda ko'p metallik oksid/faollashtirilgan uglerod nanokompozitlari gidrotermal usulda o'rganilib, uch komponentli kompozitning elektrokimyoviy samaradorligi baholangan [5].

Bu esa faollashtirilgan uglerod asosidagi ko'p komponentli metall oksidi nanokompozitlari hozirgi vaqtda ham faol tadqiq qilinayotgan yo'nalish ekanini ko'rsatadi.

XULOSA

Faollashtirilgan uglerod va uch komponentli metall oksidlari asosidagi nanokompozitlar yuqori samarali superkondensator elektrodlarini yaratish uchun istiqbolli materiallar hisoblanadi. Faollashtirilgan uglerodning rivojlangan g'ovak strukturasi va elektr o'tkazuvchanligi metall oksidlarining psevdokapasitiv xususiyatlari bilan birlashtirilganda, elektr ikki qatlamli va faradaik zaryad saqlash mexanizmlaridan birgalikda foydalanish imkoniyati paydo bo'ladi. Tahlil qilingan ilmiy ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, metall oksidlarini uglerod tayanchiga biriktirish ularning aglomeratsiyasini kamaytirish, faol sirtini oshirish va elektron transportini yaxshilashga yordam berishi mumkin. Ayniqsa, NiO/MnO₂/AC kabi uch komponentli tizimlar yuqori elektrokimyoviy sig'im ko'rsatkichlarini namoyon qilishi mumkin.

Bunda nanokompozitning samaradorligi faqat metall oksidining kimyoviy tarkibiga emas, balki uning uglerod yuzasida qanday taqsimlanganligi, zarracha o'lchami, g'ovaklik va elektrod–elektrolit interfeysiga ham bog'liq. Shuning uchun kelajakdagi tadqiqotlarda tarkib–struktura–interfeys–elektrokimyoviy xususiyat o'rtasidagi bog'liqlikni kompleks ravishda o'rganish muhimdir. Umuman olganda, faollashtirilgan uglerod asosidagi uch komponentli metall oksidi nanokompozitlari yuqori quvvat va energiya zichligiga ega, tez zaryadlanuvchi hamda uzoq muddat ishlaydigan superkondensatorlarni yaratish uchun istiqbolli platforma hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1]. Zhi, M., Xiang, C., Li, J., Li, M., & Wu, N. (2013). *Nanostructured carbon–metal oxide composite electrodes for supercapacitors: A review*. *Nanoscale*, 5, 72–88.

- [2]. <https://doi: 10.1039/C2NR32040A>.
- [3]. An, C., Zhang, Y., Guo, H., & Wang, Y. (2019). *Metal oxide-based supercapacitors: Progress and perspectives*. *Nanoscale Advances*, 1, 4644–4658. <https://doi.org/10.1039/C9NA00543A>.
- [4]. Khalid, F., Saleem, M., Jabbar, H., et al. (2022). *Improved super capacitive performance of hydrothermally developed Mn and Ni oxides along with activated carbon as ternary nanocomposite*. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 161, 110467
- [5]. <https://doi.org/10.1016/j.jpccs.2021.110467>.
- [6]. Majumdar, D. (2021). *Review on Current Progress of MnO₂-Based Ternary Nanocomposites for Supercapacitor Applications*. *ChemElectroChem*, 8, 291–336. DOI: [10.1002/celec.202001371](https://doi.org/10.1002/celec.202001371).
- [7]. *Boosting supercapacitor efficiency with mixed metal-based activated carbon nanocomposites*. (2026). *Fuel*, 397, 138854. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2026.138854>.
- [8]. Mandal, et al. (2026). *Biomass-Derived Activated Carbon for Next-Generation Supercapacitors: From Sustainable Precursors to Flexible Device-Level Advances*. *Advanced Sustainable Systems*. DOI: [10.1002/adisu.70566](https://doi.org/10.1002/adisu.70566).
- [9]. Faraji, S., & Ani, F. N. (2015). *The development supercapacitor from activated carbon by electroless plating—A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 823–834. DOI: [10.1016/j.rser.2014.10.068](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.068).
- [10]. Tabassum, et al. (2026). *Transition Metal Oxide Nanostructures for Advanced-Level Supercapacitors: Fundamentals to Applications*. *Energy Technology*, 14, e70517.
- [11]. <https://doi.org/10.1002/ente.70517>.
- [12]. *Rational design of metal oxide based electrode materials for high performance supercapacitors – A review*. (2022). *Journal of Energy Storage*, 55, 105419. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105419>

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕНОГАСИТЕЛЯ KS-M3 НА МУБАРЕКСКОМ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ

**Турдикулов Анвар Рахматович¹, Юлдашев Нарбек Худайназарович²,
Адизов Бобиржон Замирович³, Уринов Собир Насиллоевич³**

¹АО «Узбекнефтегаз», Ташкент, Узбекистан,

²Министерство энергетики, Ташкент, Узбекистан,

³Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,

E-mail: nasilloeyevich@gmail.com

Annotatsiya. *Ishda KS-M3 markali mahalliy ko‘pik so‘ndirgichni oltingugurtli sanoat tozalash qurilmalarida tajriba-sanoat sinovlari natijalari keltirilgan. Tadqiqotning maqsadi yangi reagentning ko‘piklanishni oldini olish, amin olib ketilishini kamaytirish va uskunalarning abraziv yeyilish xavfini kamaytirmasdan absorbsiyaning gidrodinamik rejimlarini barqarorlashtirish samaradorligini baholashdan iborat.*

Tayanch iboralar: *Gazni aminli tozalash, ko‘pik so‘ndirgich, metildietanolamin (MDEA) sanoat moyi, eterifikatsiya, emulsiyalash.*

Аннотация. В работе представлены результаты опытно-промышленных испытаний местного пеногасителя марки KS-M3 на промышленных установках сероочистки. Цель исследования заключается в оценке эффективности нового реагента для предотвращения вспенивания, снижения уноса амина и стабилизации гидродинамических режимов абсорбции без риска абразивного износа оборудования.

Ключевые слова: Аминовая очистка газа, пеногаситель, метилдиэтаноламин (МДЭА) промышленное масло, этерификация, эмульгирование.

Abstract. The work presents the results of pilot industrial tests of the KS-M3 local foam extinguisher in industrial sulfur cleaning units. The aim of the study is to evaluate the effectiveness of the new reagent in preventing foaming, reducing amine leakage, and stabilizing hydrodynamic absorption regimes without the risk of abrasive equipment wear.

Keywords: Amine gas purification, foam extinguisher, methyl diethanolamine (MDEA) industrial oil, esterification, emulsification.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс абсорбционной очистки газов водными растворами метилдиэтанолamina (МДЭА) в ходе длительной эксплуатации неизбежно осложняется накоплением продуктов деструкции, тяжелых углеводородов и сульфидов железа. Это вызывает резкое падение поверхностного натяжения и лавинообразное вспенивание поглотителя, приводящее к гидравлическому захлебыванию контактных тарелок и массовому уносу дорогого реагента. Применяемые традиционно кремнийорганические суспензии с твердыми минеральными наполнителями создают критические эксплуатационные угрозы, включая интенсивный абразивный износ насосного оборудования, засорение фильтрующих элементов и ускоренное нагарообразование на трубках ребойлеров. Эффективной альтернативой стали полностью жидкофазные рецептуры. Настоящая работа направлена на проведение комплексных опытно-промышленных испытаний безводного самоэмульгирующегося пеногасителя марки KS-M3 на промышленных установках сероочистки для детальной оценки его влияния на гидродинамику абсорберов, показатели уноса амина, режимы регенерации и работу системы фильтрации [1,2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опытно-промышленная апробация разработанного безглинистого пеногасителя KS-M3 проводилась на технологических установках очистки газа от кислых компонентов блоков №№ 19, 20 и 21 цеха № 14 Мубарекского ГПЗ. Эксплуатация технологических блоков осуществлялась в строгом соответствии с действующим постоянным технологическим регламентом TR MGQIZ-17:2023.

Характеристика промышленного объекта и технологические параметры испытаний:

1. Сырьевой газ: объемный расход газа составляет до 250 000 кубических метров в час на один технологический блок; рабочее избыточное давление в абсорбере 10 К-1 находится в диапазоне 3,2–4,0 МПа; температура газа на входе в колонну составляет 20–40 °С; объемная доля сероводорода в исходном газе достигает 5,5%.

2. Абсорбент: 35–40%-й массовый водный раствор метилдиэтанолamina (МДЭА); объемный циркуляционный расход поглотителя составляет 400–500 кубических метров в час;

температура регенерированного амина, подаваемого на верхнюю тарелку абсорбера, поддерживается на уровне 40–45 °С.

3. Испытуемый реагент: безводная микроэмульсионная композиция марки KS-M3, содержащая 45% масс. индустриального масла И-20А/И-40А, 10% ПМС-100, 20% синтезированного полиэфирного эмульгатора ПЭ-ЖК, 10% сополимерного стабилизатора EG1951Е, 12% метанола и 3% МДЭА. В качестве промышленного эталона сравнения использовался импортный реагент Petroflo 23Y957.

Дозирование реагента KS-M3 осуществлялось с использованием модернизированного автоматизированного узла, оснащенного дозирующими шестеренными насосными агрегатами НМШ 4/25 (поз. 10 Н-6/7) с частотно-регулируемым приводом. Подача подготовленной эмульсии производилась непосредственно в напорный трубопровод регенерированного амина перед распределительными тарелками абсорберов 10 К-1.

Подача реагента выполнялась в двух технологических режимах:

- Превентивный режим (Hold-эффект): непрерывное микродозирование реагента в концентрации 15–20 мг на литр циркулирующего поглотителя для устойчивого предупреждения образования пены;
- Форсированный режим (Knockdown-эффект): кратковременное увеличение дозировки до 50–100 мг на литр при аварийных залповых выбросах жидких углеводородов с сырьевым газом.

Непрерывный мониторинг гидродинамического состояния абсорберов 10 К-1 осуществлялся по перепаду давления (dP) на контактных тарелках. Измерение капельного уноса МДЭА с очищенным газом за сепаратором 10 Е-13 выполнялось по стандарту NGN 39.2-18:2017 методом изокINETического отбора проб газа с последующим титрованием уловленного амина. Массовая концентрация сульфидов железа и взвешенных частиц в растворе контролировалась фотометрически. Оценка работы фильтровального оборудования проводилась по динамике нарастания перепада давления на намывных листовых фильтрах первой ступени 10 Ф-1 и патронных фильтрах третьей ступени 10 Ф-3, а также по изменению сорбционной емкости активного угля АГ-3 в адсорберах второй ступени 10 Ф-2. Тепловая эффективность десорберов 10 К-2 и выносных ребойлеров 10 Т-2 оценивалась по величине коэффициента теплопередачи и удельному расходу греющего водяного пара [3, 4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В базовый период испытаний (до подачи пеногасителя) на блоках сероочистки наблюдалась выраженная гидродинамическая нестабильность. Накопление продуктов деструкции амина и периодическое поступление тяжелых углеводородов вызывали вспенивание поглотителя: перепад давления в абсорберах 10 К-1 возрастал с нормативных 0,08 МПа до аварийных 0,28–0,31 МПа, что приводило к затоплению тарелок и выбросу аминового раствора в газовые коммуникации [5, 6].

Применение разработанного безглинистого реагента KS-M3 обеспечило полную гидродинамическую стабилизацию колонного оборудования. На рисунке 1 представлена принципиальная блок-схема автоматизированного узла дозирования реагента и контура циркуляции поглотителя [7].

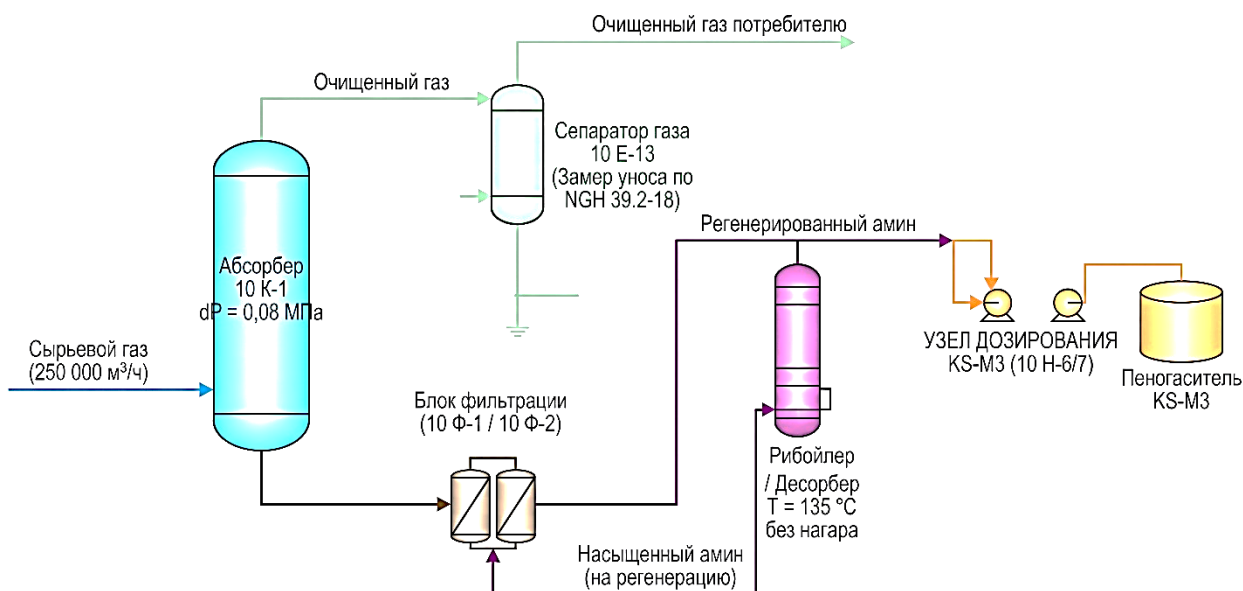


Рисунок 1. Принципиальная блок-схема узла автоматизированного дозирования реагента KS-M3 и контура циркуляции МДЭА на установке сероочистки

Подача реагента KS-M3 в превентивном режиме с дозировкой 15–20 мг/л обеспечила снижение перепада давления в абсорберах 10 К-1 до стабильного значения $0,08 \pm 0,01$ МПа. При искусственном моделировании аварийного вброса 0,1% об. газового конденсата реагент KS-M3 проявил высокий Knockdown-эффект: полное разрушение пенного столба произошло за 5 минут. Для сравнения, импортный аналог Petroflo 23Y957 справлялся с ликвидацией аналогичного пенообразования в течение 30 минут.

Устранение вспениваемости поглотителя привело к радикальному снижению капельного уноса МДЭА. Анализ проб очищенного газа за сепараторами 10 Е-13 показал уменьшение массовой концентрации амина в газе до 17,21 г на 1000 кубических метров. Это в 4,3 раза ниже показателей периода активного вспенивания и в 2,0 раза ниже уноса при подаче Petroflo 23Y957. В результате суммарные годовые физические потери МДЭА по цеху № 14 (три блока) сократились с 443,88 до 103,26 тонны в год (чистая экономия поглотителя составила 340,62 тонны в год) [8].

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика технологических показателей работы блоков сероочистки при различных режимах эксплуатации.

В процессе термической регенерации амина в кубовой части десорберов 10 К-2 и выносных рибойлерах 10 Т-2 при температурах 135–145 °С реагент KS-M3 проявил абсолютную термическую стойкость. Из-за отсутствия минеральных частиц и предотвращения коксования масляной фазы на поверхности нагревательных трубок не зафиксировано образования силикатно-углистого нагара.

Коэффициент теплопередачи рибойлеров 10 Т-2 вырос с 485 до 862 Вт/(м²·К), что позволило снизить удельный расход водяного пара на десорбцию с 0,1322 до 0,0765 Гкал на кубический метр раствора (сокращение потребления пара на 42,1%, что соответствует экономии 83 200 Гкал тепла в год на один блок)

Таблица 1. Сравнительные технологические показатели работы блоков сероочистки цеха № 14 Мубарекского ГПЗ

Показатель технологического процесса	Базовый период (без пеногасителя)	Импортный реагент Petroflo 23Y957	Разработанный реагент KS-M3
Перепад давления в абсорбере 10 К-1, МПа	0,28 – 0,31	0,12 – 0,14	0,08 ± 0,01
Время гашения пены (Knockdown-эффект), мин	> 35	30	5
Капельный унос МДЭА с очищенным газом, г/1000 м3	73,98	33,91	17,21
Годовые потери МДЭА на унос по цеху № 14, т/год	443,88	203,46	103,26
Коэффициент теплопередачи в рубойлерах 10 Т-2, Вт/(м ² ·К)	485	610	862
Удельный расход водяного пара на десорбцию, Гкал/м3	0,1322	0,0985	0,0765
Межрегенерационный пробег фильтров 10 Ф-1, ч	96	120	380 – 400
Ресурс угольного адсорбера 10 Ф-2 (уголь АГ-3), суток	30	90	120 – 150
Константа скорости дезактивации угля АГ-3, 10 ⁻³ суток ⁻¹	28,50	24,03	4,28

В блоках фильтрации поглотителя выведение твердых абразивных фаз и снижение концентрации сульфидов железа с 100 до регламентных 18–22 мг/л исключило быструю коагуляцию пор. Непрерывный пробег листовых фильтров первой ступени 10 Ф-1 между циклами регенерации увеличился с 96 до 380–400 часов (в 4 раза). В угольных адсорберах второй ступени 10 Ф-2 за счет выведения смолистых веществ и отсутствия замасливания пор активного угля АГ-3 константа скорости дезактивации снизилась с $28,50 \cdot 10^{-3}$ до $4,28 \cdot 10^{-3}$ суток⁻¹ (в 5,6 раза). Это позволило продлить эффективный межрегенерационный ресурс угольного адсорбера с 30–90 до 120–150 суток непрерывной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опытно-промышленные испытания безглинистого пеногасителя KS-M3 на блоках сероочистки цеха № 14 Мубарекского ГПЗ подтвердили его высокую эффективность: стабилизирован перепад давления в абсорберах на уровне 0,08 МПа, а время гашения пены сократилось в 6 раз. Внедрение реагента снизило капельный унос МДЭА в 4,3 раза (предотвратив безвозвратные потери 340,62 т/год), полностью исключило нагарообразование на рубойлерах с увеличением коэффициента теплопередачи в 1,78 раза и сокращением расхода пара на 42,1%. Кроме того, отказ от твердых наполнителей увеличил межрегенерационный

пробег листовых фильтров в 4 раза и продлил сорбционный ресурс активного угля до 120–150 суток.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1]. Голубева И.А., Дашкин А.В., Шульг И.В. Актуальные проблемы аминовой очистки природных газов, анализ и пути решения // Нефтехимия. 2020. Т. 60. № 1. С. 51–56.
- [2]. Чудиевич Д.А., Альгириева Р.Р. Проблема пенообразования на установках очистки газа от кислых компонентов и пути ее решения // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2016. № 1 (61). С. 22–27.
- [3]. Пивоварова Н.А., Гибадуллин Р.Ф., Салмахаев Р.Д., Сасина Т.И. Исследование пенообразующей способности аминового раствора под влиянием различных примесей // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2018. № 2 (66). С. 77–83.
- [4]. Юлдашев Т.Р. Актуальные проблемы аминной очистки природных газов и пути их использования // Universum: технические науки. 2023. № 4 (109). С. 24–27.
- [5]. Эшдавлатова Г.Э., Хидирова З. Исследование механизмов влияния реагента EG1951E на процесс пенообразования в растворах ДЭА // Научный вестник Ферганского государственного университета. 2026. Т. 7. № 2. С. 91–93.
- [6]. Пивоварова Н.А., Чудиевич Д.А., Каратун О.Н., Лаврентьева Т.А., Искалиева С.К., Гибадуллин Р.Ф. Направления совершенствования сероочистки, осушки и переработки природного газа // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2024. № 3. С. 15–22.
- [7]. Биенко А.А. Пенoгашение в процессе очистки природного сернистого газа алканаминами: Дисс. канд. техн. наук. Москва, 1998. 164 с.
- [8]. Турдикулов А.Р., Адизов Б.З. Научно-технический отчет по разработке и подготовке пеногасящих композиций для процессов аминовой очистки газа на основе индустриальных масел И-20А и И-40А. Ташкент: ИОНХ АН РУз, 2024. 85 с.

СИНТЕЗ, КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗГЛИНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЕНОГАСИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ АМИНОВОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

**Турдикулов Анвар Рахматович¹, Юлдашев Нарбек Худайназарович²,
Адизов Бобиржон Замирович³, Уринов Собир Насиллоевич³**

¹АО «Узбекнефтегаз», Ташкент, Узбекистан,

²Министерство энергетики, Ташкент, Узбекистан,

³Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
E-mail: nasilloevich@gmail.com

***Annotatsiya.** Tadqiqot ishida paxta soapstogi yog‘ kislotalari va glikol rektifikatidan murakkab poliefir emulgatorini katalitik sintez qilish ilmiy asoslangan. KS-M seriyasidagi gilsiz moyli ko‘pik so‘ndirgichlarning retseptura to‘ri ishlab chiqildi. Ularning sirt-faol, reologik va termik xossalari tadqiq qilindi hamda sanoat ishlab chiqarish texnologiyasi hisoblab chiqildi.*

Tayanch iboralar: *Gazni aminli tozalash, ko'pik so'ndirgich, sanoat moyi, eterifikatsiya, sirt tarangligi, emulsiyalash.*

Аннотация. *В работе научно обоснован каталитический синтез сложного полиэфирного эмульгатора из жирных кислот хлопкового мыла и ректификата гликолей. Разработана рецептурная сетка безглинистых масляных пеногасителей серии KS-M. Исследованы их поверхностно-активные, реологические и термические свойства, а также рассчитана промышленная технология производства.*

Ключевые слова: *Аминовая очистка газа, пеногаситель, индустриальное масло, этерификация, поверхностное натяжение, эмульгирование.*

Abstract. *The work scientifically substantiates the catalytic synthesis of a complex polyester emulsifier from the fatty acids of cotton soapstock and the rectified glycols. A prescription grid for KS-M series clay-free oil foaming agents has been developed. Their surface-active, reological, and thermal properties have been investigated, and the industrial production technology has been calculated.*

Keywords: *Amine gas purification, foam extinguisher, industrial oil, esterification, surface tension, emulsification.*

ВВЕДЕНИЕ

Процесс абсорбционной очистки углеводородных газов водными растворами алканоламинов часто сопровождается устойчивым пенообразованием, снижающим производительность установок сероочистки и вызывающим безвозвратные потери аминов. Применение традиционных пеногасителей с твердыми минеральными частицами создает серьезные технологические риски, включая абразивный износ оборудования, забивку фильтров и вторичную стабилизацию пены. Целью данного исследования является разработка научных основ синтеза и создание рецептур самоэмульгирующихся пеногасящих композиций на основе доступного местного сырья. Комплекс задач включает всестороннее изучение поверхностно-активных, реологических и термических свойств новых реагентов, а также инженерный расчет технологии их промышленного производства для внедрения на газоперерабатывающих предприятиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При выполнении комплексных экспериментальных исследований по разработке и аттестации пеногасителей серии KS-M использовались следующие сырьевые компоненты и химические реагенты:

1. Органический масляный носитель: Бесприсадочные индустриальные масла общего назначения марок И-20А и И-40А (производства Ферганского НПЗ, ГОСТ 20799-88), характеризующиеся кинематической вязкостью 29–51 мм²/с при 40 °С, плотностью 0,885–0,895 г/см³ и абсолютным отсутствием функциональных присадок.

2. Растительное сырье для эмульгатора: Свободные жирные кислоты хлопкового мыла (ЖКХМ), содержащие 23,4% пальмитиновой, 19,5% олеиновой, 51,8% линолевой и 2,8% стеариновой кислот (массовые доли), со средней молекулярной массой 280 г/моль.

4. Активная кремнийорганическая фаза: Полидиметилсилоксановый олигомер марки ПМС-100 (ГОСТ 13032-77) с кинематической вязкостью 100 сСт при 20 °С и поверхностным натяжением 20,8 мН/м.

5. Со-эмульгатор и термостабилизатор: Блок-сополимер этиленоксида, пропиленоксида и полидиметилсилоксана марки EG1951E, содержащий 25,2% этиленоксидных, 37,8% пропиленоксидных и 37,0% силоксановых фрагментов.

6. Соразтворители: Метиловый спирт (метанол-сырец 99,8%) и 40%-й водный раствор метилдиэтаноламина (МДЭА).

Синтез сложного полиэфирного эмульгатора (ПЭ-ЖК) проводился в трехгорлом реакторе-этерификаторе, снабженном насадкой Дина-Старка, обратным холодильником, системой вакуумирования и капилляром для барботажа сухого азота. Реакция этерификации ЖКХМ выделенной фракцией ТЭГ проводилась в присутствии катализатора п-толуолсульфокислоты (0,5% от массы) при температуре 190–210 °С и остаточном давлении 20–30 кПа в течение 4 часов. Контроль полноты протекания реакции осуществлялся ежечасно путем титрования проб и определения кислотного числа реакционной массы до достижения величины менее 5,0 мг КОН/г [1, 2, 3].

Исследование статического поверхностного натяжения растворов проводилось методом пластины Вильгельми на автоматическом тензиометре Krüss K100 при температуре 20 °С. В качестве рабочей модельной среды использовался 40%-й водный раствор МДЭА, содержащий 1,0% продуктов термической деструкции амина (диэтанолпиперазина).

Реологические измерения проводились на ротационном вискозиметре Brookfield DV-II+Pro в интервале температур от 20 до 80 °С и скоростях сдвига от 10 до 1000 с⁻¹. Расчет кажущейся энергии активации вязкого течения выполнялся по экспоненциальной зависимости Аррениуса–Френкеля–Эйринга [4, 5].

Дисперсный состав капель микроэмульсий исследовался методом лазерной дифрактометрии на приборе Malvern Mastersizer 3000 в диапазоне измерений от 0,01 до 2000 мкм. Седиментационная устойчивость эмульсий определялась гравиметрическим методом при выдержке образцов в термостатах при температурах 25 °С и 50 °С в течение 180 суток.

Термический анализ образцов проводился методом синхронного термического анализа (ТГ/ДТГ) на приборе STA в атмосфере инертного аргона в интервале температур от 20 до 400 °С при скорости нагрева 10 К/мин. Автоклавные испытания на термохимическую инертность реагентов к амину выполнялись в герметичных автоклавах из стали Ст3 при температуре 130 °С под избыточным давлением углекислого газа 0,5 МПа в течение 72 часов [6, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

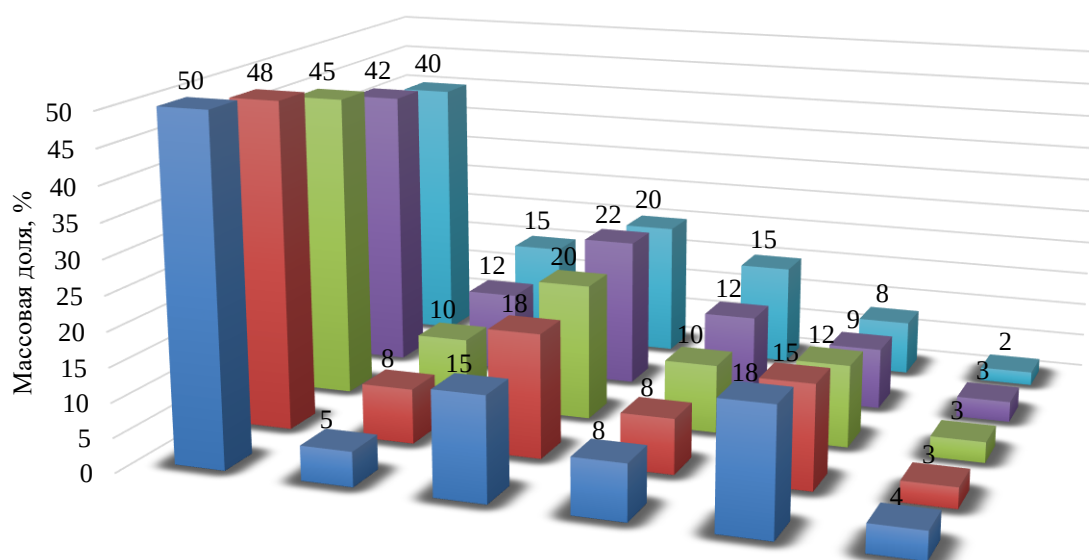
Для обеспечения спонтанного самоэмульгирования неполярного масляного ядра (смеси индустриального масла И-20А/И-40А и силиконового олигомера ПМС-100) в полярном водно-аминовом растворе необходимо наличие специализированного неионогенного ПАВ с низким значением гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ). Проведенный каталитический синтез сложного полиэфира ПЭ-ЖК путем этерификации жирных кислот хлопкового соапстока полиолами КОРГ позволил получить продукт с молекулярной массой 412 г/моль и кислотным числом 4,2 мг КОН/г.

Расчетное значение гидрофильно-липофильного баланса полученного полиэфира ПЭ-ЖК составило ГЛБ = 5,4. Данная величина идеально соответствует классу эмульгаторов первого

рода для обратных и микроэмульсионных систем. Молекулы ПЭ-ЖК адсорбируются на межфазной границе «масло–амин», резко снижая межфазное натяжение и предотвращая быструю коалесценцию капель активной фазы без привлечения твердых минеральных наполнителей.

На основе синтезированного эмульгатора ПЭ-ЖК, промышленных масел И-20А/И-40А, олигомера ПМС-100 и сополимера EG1951Е была разработана линейка из пяти безводных самоэмульгирующихся композиций серии KS-M (составы М1–М5). Компонентный состав разработанных пеногасящих систем представлен на рисунке 1.

Проведенные динамические испытания показали, что наиболее сбалансированным комплексом технологических свойств обладает марка KS-M3. Введение KS-M3 в дозировке 0,05% масс. в частично деградировавший раствор МДЭА приводит к снижению высоты динамического пенного столба в 3,0 раза, а время полного разрушения пены сокращается в 2,3 раза по сравнению с популярным импортным реагентом Petroflo 23Y957.



	Индус.-ое масло И-20А / И-40А	Силиконовое масло ПМС- 100	Синтезирован ный полиэфир ПЭ-ЖК	Сополимер EG1951Е	Метилловый спирт (метанол 99,8%)	Метилдиэтано ламин (МДЭА)
■ GQKS-M1	50	5	15	8	18	4
■ GQKS-M2	48	8	18	8	15	3
■ GQKS-M3	45	10	20	10	12	3
■ GQKS-M4	42	12	22	12	9	3
■ GQKS-M5	40	15	20	15	8	2

Рисунок 1. Рецептурный состав разработанных безмасляных и масляных пеногасящих композиций серии KS-M (% массовые)

Базовые физико-химические константы полученных композиций серии KS-M и сополимера EG1951Е в сопоставлении с импортным аналогом Petroflo 23Y957 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические и реологические показатели разработанных пеногасителей серии KS-M в сравнении с Petroflo 23Y957 при температуре 20 °С

Шифр композиции	Плотность при 20 °С, г/см³	Кинематическая вязкость при 20 °С, сСт	Водородный показатель, pH (1%-й водный раствор)	Кажущаяся энергия активации вязкого течения, кДж/моль
KS-M1	0,895	78,2	6,15	21,85
KS-M2	0,908	82,4	6,30	21,94
KS-M3	0,915	85,6	6,45	22,08
KS-M4	0,920	88,3	6,50	22,14
KS-M5	0,925	91,5	6,55	22,25
EG1951E	1,005	115,2	6,80	23,12
Petroflo 23Y957	1,010	321,8	5,50	26,45

Физико-химический анализ показал, что плотность разработанных реагентов серии KS-M составляет 0,895–0,925 г/см³, что ниже, чем у аналога Petroflo 23Y957 (1,010 г/см³), обеспечивая ускоренное всплытие капель к пенным ламелям. Кинематическая вязкость KS-M3 при 20 °С равна 85,6 сСт (в 3,8 раза ниже Petroflo), а кажущаяся энергия активации вязкого течения составляет 22,08 кДж/моль, что гарантирует отличную прокачиваемость дозирующими насосами в зимних условиях. Установленный псевдопластичный характер течения эмульсий исключает риск их необратимого сдвигового расслоения под давлением.

Технологический процесс получения пеногасителя KS-M3 состоит из четырех стадий: подготовки сырья, каталитического синтеза эмульгатора ПЭ-ЖК, компаундирования с высокосдвиговой гомогенизацией и фасовки. Материальный баланс производства 1 тонны продукта включает 450 кг промышленных масел, 100 кг силиконового масла ПМС-100, 200 кг полиэфира ПЭ-ЖК, 100 кг сополимера EG1951E, 120 кг метанола и 30 кг МДЭА при товарном выходе 98%. Основное аппаратное оформление линии представлено реактором-этерификатором Р-1 из стали 12Х18Н10Т объемом 2,0 м³ (мощность 80 кВт) и роторно-статорным гомогенизатором Г-1 производительностью 10 м³/ч (мощность 18,5 кВт).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обоснована, разработана и подготовлена к производству инновационная рецептура высокоэффективного безводного и безглинистого самоэмульгирующегося пеногасителя KS-M3 на основе местной сырьевой базы (жирных кислот хлопкового соапстока и вторичных полиолов КОРГ), которая за счет полного исключения твердых минеральных промоторов устраняет риски абразивного износа оборудования, обеспечивает трехкратное подавление динамической пены в системах аминовой сероочистки и гарантирует высокую стабильность микроэмульсии при подтвержденной технологичности промышленного выпуска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1]. Голубева И.А., Дашкин А.В., Шульг И.В. Актуальные проблемы аминовой очистки природных газов, анализ и пути решения // Нефтехимия. 2020. Т. 60. № 1. С. 51–56.

[2]. Чудиевич Д.А., Альгириева Р.Р. Проблема пенообразования на установках очистки газа от кислых компонентов и пути ее решения // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2016. № 1 (61). С. 22–27.

[3]. Пивоварова Н.А., Гибадуллин Р.Ф., Салмахаев Р.Д., Сасина Т.И. Исследование пенообразующей способности аминного раствора под влиянием различных примесей // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2018. № 2 (66). С. 77–83.

[4]. Юлдашев Т.Р. Актуальные проблемы аминной очистки природных газов и пути их использования // Universum: технические науки. 2023. № 4 (109). С. 24–27.

[5]. Эшдавлатова Г.Э., Хидирова З. Исследование механизмов влияния реагента EG1951E на процесс пенообразования в растворах ДЭА // Научный вестник Ферганского государственного университета. 2026. Т. 7. № 2. С. 91–93.

[6]. Давронов Ф.Ф., Абдуллаева Ш.Ш. Исследование вспенивания растворов алканоламинов // Вопросы науки и образования. 2017. С. 8–10.

[7]. Анварова И.А., Шукурова Д.Ш. Получение пеногасителей, образующихся в процессах абсорбционной осушки газов, и изучение их основных физико-химических свойств // Экономика и социум. 2025. № 2. С. 45–48.

QO‘RG‘OSHIN (II) IONINI ORGANIK REAGENT YORDAMIDA SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASH USULINI ISHLAB CHIQISH

Imomova Dilyayra Abduraximovna, Shodmonov Bahodir Baxromovich,

Normatov Bektosh Ramazan o‘g‘li

Qarshi davlat universiteti, Qarshi, 180100 O‘zbekiston

e-mail: Boboyorovboboyorov8@gmail.com

e-mail: normatov44301@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot Pb(II) ionlarini aniqlash uchun analitik reagent sifatida organik modda arsenazo III asosida ishlab chiqilgan, arzon, tezkor va optimallashtirilgan metodikani taqdim etadi. Arsenazo III reaktivi yuqori tozalik darajasi (99,8%) va gidroksil hamda sulfonat kabi funksional guruhlari bilan tavsiflanadi. Kompleks tuzilish uchun optimal sharoitlar asetat bufer eritmasi bilan barqarorlashtirilgan pH=6 muhitda reaktivlarning 1:1 nisbatida aniqlangan. Qo‘rg‘oshin (II) ionini organik reagent arsenazo III bilan hosil qilgan kompleks birikmasi zaryadi ionitlar yordamida aniqlandi. Pb (II) ionini aniqlashda arsenazo III tanlab tasir etuvchan analitik reagent sifatida tavsiya etildi. Spektrofotometrik tahlil yordamida arsenazo III reagenti va uning qo‘rg‘oshin kompleksi uchun mos ravishda 540 nm va 610 nm da yaqqol signallarni ko‘rsatdi, bu esa kompleks hosil bo‘lganini tasdiqlaydi. Pb (II) ionlarini spektrofotometrik aniqlashning Ber qonuniga bo‘ysunishi Pb (II) ionini uchun 0,12-1,7 mkg/25 ml, oralig‘ida, olingan natijalarni aniqligi korrelyatsiya koeffisienti Pb (II) ionini 0,9945 ga tengligi bilan izohlangan.

Kalit so‘zlar: Arsenazo III; Qo‘rg‘oshin Pb(II)ni aniqlash; Ion almashinuvchi ionitlar; Spektrofotometrik tahlil; Oqova suvlar monitoring; Buger-Lambert-Ber qonuni.

Аннотация: В данном исследовании представлена разработанная, доступная, экспрессная и оптимизированная методика спектрофотометрического определения ионов

Pb(II) с использованием органического реагента арсеназо III в качестве аналитического реагента. Реагент арсеназо III характеризуется высокой степенью чистоты (99,8%) и наличием таких функциональных групп, как гидроксильные и сульфонатные группы. Оптимальные условия образования комплекса установлены при соотношении реагентов 1:1 в среде с $pH = 6$, стабилизированной ацетатным буферным раствором. Заряд комплексного соединения, образующегося при взаимодействии ионов $Pb(II)$ с органическим реагентом арсеназо III, определён с использованием ионитов. Арсеназо III рекомендован в качестве селективного аналитического реагента для определения ионов $Pb(II)$. По данным спектрофотометрического анализа, для реагента арсеназо III и его комплекса с $Pb(II)$ наблюдаются выраженные максимумы поглощения при 540 и 610 нм соответственно, что подтверждает образование комплекса. Подчинение спектрофотометрического определения ионов $Pb(II)$ закону Бера установлено в диапазоне концентраций 0,12–1,7 мкг/25 мл. Достоверность полученных результатов подтверждается высоким значением коэффициента корреляции, равным 0,9945.

Ключевые слова: *арсеназо III; определение свинца $Pb(II)$; ионообменные иониты; спектрофотометрический анализ; мониторинг сточных вод; закон Бугера–Ламберта–Бера.*

Abstract: *This study presents a low-cost, rapid, and optimized method developed for the determination of $Pb(II)$ ions using the organic reagent Arsenazo III as an analytical reagent. Arsenazo III is characterized by a high purity level (99.8%) and the presence of functional groups such as hydroxyl and sulfonate groups. The optimal conditions for complex formation were established at a 1:1 reagent ratio in a medium of pH 6 stabilized with an acetate buffer solution. The charge of the complex compound formed between $Pb(II)$ ions and the organic reagent Arsenazo III was determined using ion-exchange resins. Arsenazo III was recommended as a selective analytical reagent for the determination of $Pb(II)$ ions. Spectrophotometric analysis showed distinct signals at 540 nm and 610 nm for Arsenazo III and its lead complex, respectively, confirming the formation of the complex. The spectrophotometric determination of $Pb(II)$ ions obeyed Beer's law over the concentration range of 0.12–1.7 $\mu g/25$ mL. The reliability of the obtained results was confirmed by the high correlation coefficient ($R = 0.9945$) for $Pb(II)$ ions.*

Keywords: *Arsenazo III; determination of $Pb(II)$; ion-exchange resins; spectrophotometric analysis; wastewater monitoring; Beer–Lambert–Bouguer law.*

KIRISH

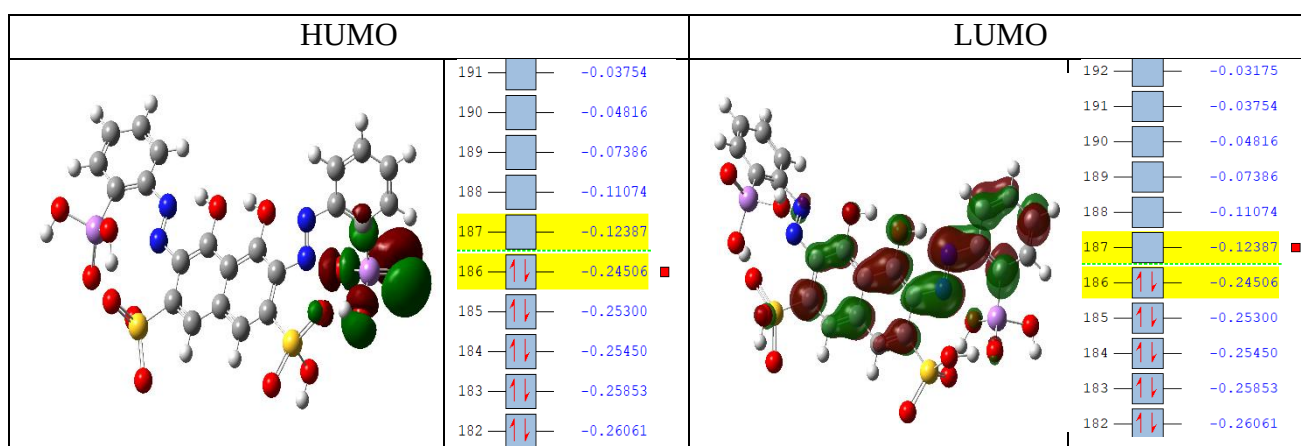
Hozirgi kunda sanoatning rivojlanishi hamda transport vositalarining ko'payishi atrof muhitning og'ir va zaharli metallar bilan ifloslanishiga sabab bo'lmoqda. Bu esa inson va tirik organizmlarda turli xil og'ir kassalliklar rivojlanishiga olib kelmoqda. Og'ir metallar suv, tuproq va havo kabi atrof-muhitning turli elementlari bilan aralashganda juda zaharli bo'lishi mumkin va odamlar va boshqa tirik organizmlar oziq-ovqat zanjiri orqali ularga ta'sir qilishi mumkin. [1-2]. Bugungi kunga kelib D.I. Mendeleyev davriy sistemasidagi 40 dan ortiq elementlar og'ir metallar qatoriga kiradi. Elementlar davriy jadvalida og'ir metallar guruhiga zichligi 10 g/sm³ dan yuqori bo'lgan, atom massasi 50 dan oshgan, ya'ni vanadiydan boshlab atom massasi 238 bo'lgan urangacha bo'lgan elementlar bilan tugaydi. Ushbu qatorda atom massasi 138,9 bo'lgan lantan va lyutetsiygacha bo'lgan barcha lantonoidlar, barqaror izotoplari bo'lmagan metallar chiqarib tashlanganda hammasi bo'lib og'ir metallar guruhiga 58 ta element kiradi [3-4]. Qishloq xo'jaligida ishlatiladigan noorganik

va organik o'g'itlar, go'ng, ohak, pestitsidlar va boshqalarda o'zgaruvchan miqdorda Cr, Cd, Ni, Zn, Pb va boshqa og'ir metallar mavjud bo'lib, o'simliklarning o'sishi va rivojlanishida salbiy ta'sir kursatadi. Bu metallarning ichida zaharliligi nisbatan yuqori bo'lgan qo'rg'oshin Pb. Uning parchalanishi qiyin va suvda ham, tuproqda ham o'ta barqaror bo'lishi bilan ajralib turadi. Qo'rg'oshin o'simlikning poya va ildizining o'sishi va barglarning kengayishiga to'sqinlik qiladi [5-6]. Metall ionlari bilan komplekslar hosil qiluvchi organik reagentlar analitik kimyoning turli sohalarida ko'plab muammolarni yechishda qo'llanilishi mumkin. Organik reagentlar tahlilning kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy usullarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda, spektrofotometriya va kolorimetrik analiz, polyarografiya va xromatografiyada va boshqa tahlil usullarida keng qo'llaniladi. [7-8].

MATERIALLAR VA USULLAR

Organik reagentni reaksiya qobiliyatini aniqlash: HOMO-LUMO energiya farqi: HOMO va LUMO o'rtasidagi energiya farqi molekulaning reaksiya qobiliyati va barqarorligini belgilashda muhimdir. Ushbu farq energetik bo'shliq deb ham ataladi va u molekulaning elektronik xususiyatlariga, masalan, optik so'ruvchanlik va elektr o'tkazuvchanlik kabi xususiyatlariga ta'sir qiladi. Kichik HOMO-LUMO farqi molekulani kimyoviy reaksiyalarga nisbatan faol qiladi, katta farq esa barqarorlikni oshiradi.

Misol uchun, organik yarim o'tkazgichlar va fotokimyoviy materiallarni o'rganishda HOMO va LUMO tushunchalari muhim o'rin tutadi.



1-rasm. Arsenzo III eagentlarining HOMO hamda LUMO natijalari

$$\Delta E = E_L - E_H$$

1. Reaktivlik:

- 0-2 ekv orasida bo'lsa reaksiya kirishishi oson va tez
- 2-4 ekv orasida bo'lsa reaksiya kirishishi ma'lum bir sharoitlarda
- 4 ekvdan katta bo'lsa inert

2. Yumshoq 1 ekvdan kichik bo'lsa

Qattiq 1 ekvdan katta bo'lsa

$$1. E_L = -0.12387 \text{ ekv } E_H = -0.24506 \text{ ekv}$$

$$\Delta E = E_L - E_H = -0.12387 - (-0.24506) = 0.12119 \text{ ekv}$$

Xulosa: moddaning reaksiyaga kirishishi oson va modda yumshoq

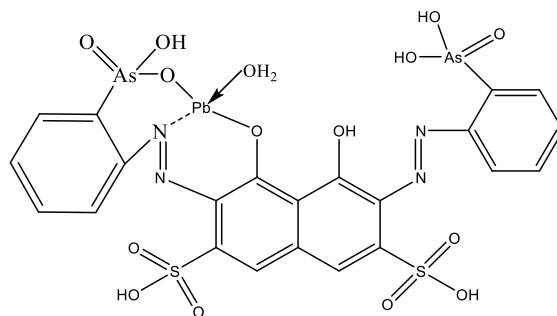
Tadqiqotda foydalanilgan reaktivlar, usullar va jihozlar. Analitik reaktivlarning standart eritmasini tayyorlash. “Ximreaktivinvest MChJ” (Toshkent, O‘zbekiston) kompaniyasidan xarid qilindi 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota (arsenazo III) ($C_{22}H_{16}As_2N_4Na_2O_{14}S_2$) (tozaligi 99,8%). 0,001 M li ishchi eritmasini tayyorlash uchun 0,0776 gramm arsenazo III dan analitik tarozida tortib olib, 100 ml o‘lchov kolbasiga solib, kolbaning belgisigacha bidistillangan suv bilan keltirildi. Tayyor bo‘lgan eritmani suyultirib keyingi ishlarda foydalanildi. Qo‘rg‘oshin (II) ionining standart eritmasini tayyorlash. 0,001 M li qo‘rg‘oshin (II) ionining standart eritmasini tayyorlash uchun “Ximreaktivinvest” MChJ, Toshkent, O‘zbekiston (Tozalik darajasi – 99,8%). $Pb(NO_3)_2$ dan 0,3312 gramm analitik tarozida tortib olinib, 1000 ml o‘lchov kolbasiga solinib eritildi va o‘lchov kolbaning belgisigacha bidistillangan suv bilan suyultirildi. Keyingi ishlarda shu eritmani suyultirib foydalanildi.

Eritmalar pH qiymati Shveytsariyada ishlab chiqarilgan pH/Mv/TEMP m FiveEasy F20 pH-o‘lchagichi hamda Mettler-Toledo AG kompaniyasining pH-o‘lchagichi yordamida aniqlandi. Yutilish spektrlari “EMC-30PC-UV-Spectrophotometer”, “EMC-30PC-UV” va “UV-5100 UV VIS” spektrofotometrlari yordamida, aks ettirish (refleksiya) spektrlari esa Shveytsariyada ishlab chiqarilgan “Eye One Pro” spektrofotometri yordamida o‘lchandi. **Analitik tarozilar** sifatida **ANALYTICAL BALANCE – FA2204N** va **ACZET PVT LTD CY 224C** modellari ishlatildi.

Tadqiqot metodologiyasi. Arsenazo III Pb(II) kompleksini sintez qilish sharoitlarini optimallashtirish: Arsenazo III reagentining Pb(II) bilan kompleks hosil qilishi uchun optimal sharoitlarni aniqlash maqsadida, Pb(II) ionlarini hamda arsenazo III reagentini o‘z ichiga olgan eritmalar tayyorlandi. Xususan, pH=5.2 bo‘lgan 0.001 M **arsenazo III** eritmasi va pH=3.2 bo‘lgan 0.001 M **$Pb(NO_3)_2$** eritmasi ishlatildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, **arsenazo III–Pb(II)** kompleksini hosil qilish uchun eng maqbul sharoit bu – reagent va metall tuzi eritmalarini **1:1 nisbatda, pH=6** bo‘lgan muhitda, **atsetat bufer eritmasi** ishtirokida reaksiyaga kiritish hisoblanadi. Hosil bo‘lgan kompleks birikma **pH=5.16** bo‘lgan muhitda barqarorlik ko‘rsatdi.

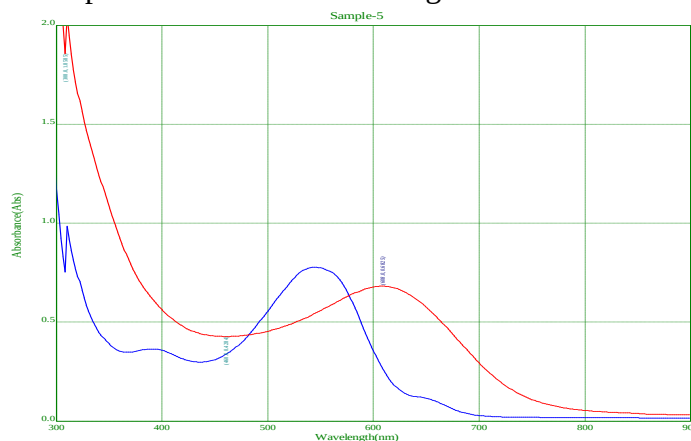
NATIJALAR VA MUHOKAMA

Olingan natijalar va ularning muhokamasi: Arsenazo III reagent bilan hosil bo‘lgan Pb(II) kompleksining mexanizmi Pb(II) ionlari va arsenazo III reagent o‘rtasida kompleks hosil bo‘lishi bir nechta o‘zaro ta’sirlar orqali amalga oshadi va bu ta’sirlar kompleksning barqarorligi hamda selektivligini ta’minlaydi. Arsenazo III kimyoviy jihatdan 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota bo‘lib, uning tarkibida gidroksil (-OH) va sulfonat (-SO₃H) kabi faol funksional guruhlar mavjud bo‘lib, ular xelyatsiya jarayonida muhim rol o‘ynaydi Arsenazo III molekulasidagi gidroksil guruhlari (-OH) kislotali muhitda oson protonlanadi, bu esa ularning metall ionlari bilan o‘zaro ta’sirini kuchaytiradi. Protonlangan gidroksil guruhlari Pb(II) ionlari bilan mustahkam koordinatsion bog‘lar hosil qilib, kompleks shakllanishini osonlashtiradi. Bundan tashqari, sulfonat guruhlari (-SO₃H) ham Pb(II) ionlari uchun qo‘shimcha bog‘lanish joylarini taqdim etadi va bu esa kompleksning barqarorligini oshiradi. Arsenazo III ligandining Pb(II) ionlari bilan bog‘lanishi elektrostatik ta’sirlar va vodorodli bog‘lar bilan yanada mustahkamlanadi. Sulfonat va gidroksil guruhlaridagi kislorod atomlari muhitdagi vodorod atomlari bilan vodorod bog‘lari hosil qilishi mumkin, elektrostatik o‘zaro ta’sir esa qo‘shimcha barqarorlik beradi. Arsenazo III reagentining Pb(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasining tuzilishi quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi. (4-rasm).



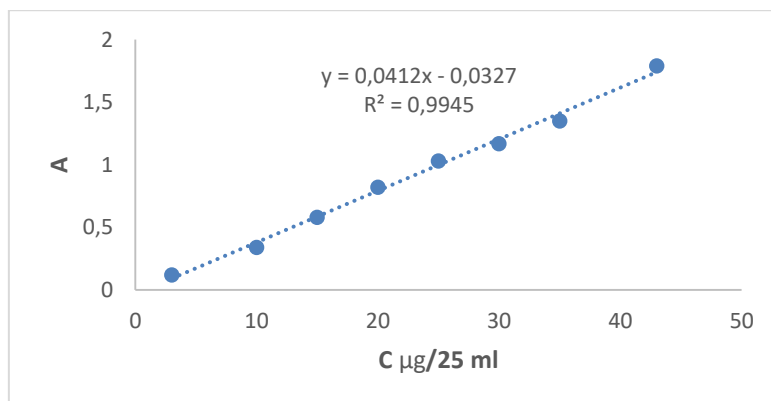
2-rasm. Pb va arsenazo III reagent 2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzenarsen kislota, 2,7-Bis (2-arsenofenilazo) xromotrop kislota o'rtasidagi molekulyar o'zaro ta'sirlar.

Spektrofotometrik tahlil Arsenazo III reagenti Pb(II) kompleksining maksimal optik zichlik qiymati nur yutish sohasining $\lambda_{\text{komp}}=610 \text{ nm}$ da joylashgan, Arsenazo III reagentining maksimal optik zichligi nur yutish sohasining pastroq to'lqin uzunligida ya'ni $\lambda_R=540 \text{ nm}$ da kuzatildi ($\Delta\lambda=70 \text{ nm}$). Hosil bo'lgan kompleks birikmaning yuqori optik zichligi qiymatidan foydalanib ($\lambda=610 \text{ nm}$ to'lqin uzunlikda) ϵ_k molyar so'ndirish koeffitsientini (ϵ) topildi. $\epsilon_k = A/C \cdot \ell = 22055$ Kompleks birikma va reagentning olingan nur yutish spektrlari **3-rasmda** keltirilgan.



3-rasm. Arsenazo III ($\lambda_p=540 \text{ nm}$) va uning eritmadagi qo'rg'oshin (II) ion bilan kompleksi ($\lambda_k=610$) yutilish spektrlari

Arsenazo III bilan Pb (II) ion kompleks hosil qilishining Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi o'rganildi. Olingan natijalar 4-rasmda keltirildi.



4-rasm. Kompleks birikmani Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunish grafigi.

Olingan natijadan ko‘rinadiki, Buger-Lambert-Ber qonuniga bo‘ysunish sohasi 0,12-1,7 mkg/ml oralig‘ida kuzatildi, bundan yuqori konsentratsiyada to‘g‘ri chiziqdan chetlanish yuzaga keladi.

1–jadval

Qo‘rg‘oshin (II) ionini arsenazo III reagenti bilan hosil qilgan kompleksining spektral tasnifi

($\ell = 1,0$ sm, $C_{Pb^{2+}} = 30$ mkg/25ml)

Kompleks rangi, faza	pH	λ , HR nm	λ , MeR nm	$\Delta\lambda$	$C_{Pb^{2+}}$ mkg/25ml	ϵ_k , 10^4	Sendel bo‘yicha sezgirlik, mkg/sm ²
Binafsha, eritma	5-6	540	610	70	20	2,2	0,0011

Yuqorida keltirilgan tahlil natijalardan ko‘rinib turibdiki, reaksiya yaxshi kontrastlikka ($\lambda=70$ nm) va yaxshi sezgirlikka ($S.b.s = 0,0011$ mkg/sm²) ega ekan

Ishlab chiqilgan usulning Sendel bo‘yicha sezgirlik ko‘rsatkichi mkg/sm² 0,001 birlikda nur yutilishi quyidagicha topildi:

$$S.b.s = \frac{Q \cdot \ell \cdot 0,001}{A \cdot 25} = \frac{20 \cdot 1,0 \cdot 0,001}{0,7 \cdot 25} = 0,0011 \frac{mkg}{sm^2}$$

XULOSA

Olingan natijalar asosida bir qator muhim xulosalar chiqarildi. Arsenazo III reagent eritmasi 99,8% tozalik darajasida tayyorlanib, uning metallar bilan kompleks birikmalar hosil qilish uchun yuqori samaradorligi ta‘minlandi. Arsenazo III–Pb(II) kompleksini hosil qilish uchun optimal sharoit reagentlarining 1:1 nisbatida, pH=6 muhitida va atsetat bufer eritmasi ishtirokida belgilandi. Spektral tadqiqotlar natijasida Arsenazo III reagentining asosiy signali 540 nm, uning Pb(II) bilan hosil qilgan kompleksining signali esa 610 nm to‘lqin uzunligida kuzatildi. Bu natija qo‘rg‘oshin ionlari bilan muvaffaqiyatli kompleks hosil bo‘lganligini tasdiqladi. Qo‘rg‘oshinni aniqlash chegarasi eritma holatida 0,01 μ g/mL ni tashkil etgan bo‘lsa, reagent immobilizatsiya qilingandan so‘ng ushbu ko‘rsatkich 0,001 μ g/mL gacha kamayib, tahlil sezuvchanligining sezilarli darajada oshganini ko‘rsatdi. Metall ionlarining o‘zaro ta‘siri ularning kimyoviy xususiyatlari va nisbiy konsentratsiyalariga bog‘liqligi aniqlandi hamda Pb(II) ni aniqlash jarayonida Cu, Cd, Zn, Mn va Fe ionlarining maksimal ruxsat etilgan konsentratsiyalari belgilandi. Shuningdek, Arsenazo III–Pb(II) kompleksi pH=5,16 sharoitida yuqori barqarorlik namoyon qilgani aniqlandi. Mazkur barqarorlik analitik aniqlash jarayonining takrorlanuvchanligi va ishonchligini ta‘minlashda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Mitra S. et al. Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity //Journal of King Saud University-Science. – 2022. – T. 34. – №. 3. – C. 101865.
- [2]. Sall M. L. et al. Toxic heavy metals: impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers, a review //Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – T. 27. – C. 29927-29942.
- [3]. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – 2008. –С. 4-10.

- [4]. Полонейчик Н.М., Гарабурда Д.В., Метелица К.И. Technological processes used for production of dental prostheses of metal alloys. // –Минск: БГМУ, 2018. – С. 40.
- [5]. Goyal D. et al. Effect of heavy metals on plant growth: an overview //Contaminants in agriculture: sources, impacts and management. – 2020. – С. 79-101.
- [6]. Thanoon E. S., Omer K. M. Spectrophotometric determination of bismuth (III) via pyrocatecol violet dye as chromogenic reagent //J. Univ. Anbar Pure Sci. – 2019. – Т. 13. – №. 1. – С. 16-23.
- [7]. Chebotarev A. N., Snigur D. V., Duboviy V. P. Особенности комплексообразования ксиленолового оранжевого с Bi (III) и его спектрофотометрическое определение в фармацевтических препаратах //Аналитика и контроль. – 2016. – Т. 20. – №. 3. – С. 218-224.
- [8]. Бургер.К. Органические реагенты в неорганическом анализе // Мир. Москва, 1975. – С. 14-272.

POLIOKSIDLI KATALIZATOR SINTEZI VA UNING SORBSION XARAKTERISTIKALARI

¹ Saidov Xurshid Murodullayevich., ²Muxamadiyev Nurali Qurbonaliyevich.,

¹Zufarov Asliddin Mirzabayevich.M., ³ Sayitqulov Shuxrat Murodovich

¹Zarmed universiteti Samarqand, O‘zbekiston

²Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti Samarqand, O‘zbekiston

³Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Samarqand kampusi Samarqand, O‘zbekiston

e-mail: xmsaidov@zarmeduniver.com

Annotatsiya. *Ishda Ni saqlagan katalizatorlarni tahlil qilishga bag‘ishlangan. Tadqiqot ishining ob‘ykti sifatida d-elementlar oksidlari asosida solution-combustion synthesis usulida sintez qilingan katalizatorlar olingan. Olingan katalizatorning past temperaturali adsorbsiya - desorbsiya, element tarkibi esa rentgen mikrotahlili usullaridan foydalanib o‘rganilgan. Olingan kompozitli katalizatorlarning solishtirma sirt yuzasi $S=425\div 610\text{ m}^2/\text{g}$, g‘ovaklarning solishtirma hajmi $0,78\div 0,95\text{ (V}_s\text{ sm}^3/\text{g})$, g‘ovaklarning o‘rtacha diametri esa $190\pm 15,7\text{ nm}$ ekanligi aniqlangan.*

Kalit so‘zlar: katalizator, solution-combustion synthesis, kompozit, difraktometriya, skanerlovchi elektron mikroskopiya, sorbsiya, konversiya, sintez gazi, metanol.

Аннотация. *Работа посвящена исследованию катализаторов, содержащих Ni. В качестве объекта исследования были выбраны катализаторы, синтезированные на основе оксидов d-элементов методом solution-combustion synthesis. Полученные катализаторы исследовали методами низкотемпературной адсорбции-десорбции и рентгеновского микроанализа элементного состава. Установлено, что удельная поверхность полученных композитных катализаторов составляет $S = 425\text{--}610\text{ м}^2/\text{г}$, удельный объем пор — $V_s = 0,78\text{--}0,95\text{ см}^3/\text{г}$, а средний диаметр пор — $190 \pm 15,7\text{ нм}$.*

Ключевые слова: катализатор, solution-combustion synthesis, композит, дифрактометрия, сканирующая электронная микроскопия, сорбция, конверсия, синтез-газ, метанол.

Abstract. *The study is devoted to the investigation of Ni-containing catalysts. The research objects were catalysts synthesized based on d-element oxides using the solution-combustion synthesis method. The obtained catalysts were studied by low-temperature adsorption-desorption and X-ray microanalysis methods to determine their elemental composition. It was found that the specific surface area of the obtained composite catalysts was $S = 425\text{--}610\text{ m}^2/\text{g}$, the specific pore volume was $V_s = 0.78\text{--}0.95\text{ cm}^3/\text{g}$, and the average pore diameter was $190 \pm 15.7\text{ nm}$.*

Keywords: *catalyst, solution-combustion synthesis, composite, diffractometry, scanning electron microscopy, sorption, conversion, syngas, methanol.*

KIRISH

So‘nggi yillarda sanoat va energetika sohalarining jadal rivojlanishi atmosferaga chiqarilayotgan karbonat anhidrid (CO_2) hamda metan (CH_4) miqdorining ortishiga sabab bo‘lmoqda. Mazkur gazlarning atmosferada to‘planishi issiqxona effektining kuchayishiga va global ekologik muammolarning keskinlashishiga olib kelayotgan omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli CO_2 va CH_4 emissiyalarini kamaytirish, shuningdek, ularni foydali kimyoviy mahsulotlarga qayta ishlash imkonini beruvchi samarali texnologiyalarni yaratish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biridir [1].

Ushbu muammoni hal etishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri metanning karbonatli konversiyasini katalitik usulda amalga oshirishdir. Jarayon davomida metan va karbonat anhidrid birgalikda reaksiyaga kirishib, asosan vodorod va uglerod monoksiddan tashkil topgan sintez gazini hosil qiladi. Shu jihatdan mazkur texnologiya ikki xil issiqxona gazidan bir vaqtning o‘zida foydalanish hamda ularni kimyoviy sanoat uchun muhim xomashyoga aylantirish imkonini beradi. Hosil bo‘lgan sintez gazi esa keyingi bosqichlarda metanol, sintetik yoqilg‘ilar va boshqa qimmatli kimyoviy mahsulotlarni olishda qo‘llanilishi mumkin [2].

Biroq metanning karbonatli konversiyasini sanoat miqyosida samarali qo‘llashda katalizatorning xususiyatlari hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ayniqsa, yuqori harorat sharoitida katalitik faollikning saqlanishi, koks hosil bo‘lishiga chidamlilik, termik barqarorlik va uzoq muddat davomida ishlash qobiliyati muhim talablar hisoblanadi. Shu sababli yuqori samaradorlikka ega, barqaror va iqtisodiy jihatdan maqbul katalitik tizimlarni yaratish metanning karbonatli konversiyasi bo‘yicha tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Metanning karbonatli konversiyasidan foydalanib mahsulotlar olishning kinetik qonuniyatlarini o‘rganish, reaksiyalarning borish mexanizmlarini aniqlash, reaksiyalar uchun katalizatorlar sintez qilish va ularning samaradorligini baholash, konversiya jarayonlarning texnologik sxemalarini yaratish, metanning karbonat anhidrid yordamida konversiyasi bo‘yicha yuqori samarali katalizatorlarni sintez qilish, reaksiyaning adekvat kinetik modellarini yaratish, yangi energotejamkor va ekologik toza texnologik sxemalarni ishlab chiqish, atmosfera isishining oldini olish, ushbu jarayonda qo‘llaniladigan istiqbolli katalizatorlar sintez qilish esa kimyogar olimlar oldida turgan dolzarb muammolardan biridir.

XX asrning oxiriga kelib, kompozitli materiallar sintezida yangi bir sintez usuliga asos solindi. Bu sintez usuli yuqori temperaturaga asoslangan, eritmada yonish (solution-combustion synthesis) usuli bo‘lib, sintez jarayonida reaksiya mahsulotlari hisoblangan turli metall nitrat birikmalari (kuchli oksidlovchilar) va turli xil past haroratlarda yonuvchan organik qaytaruvchi moddalarning yonishi va metall nitratlarining parchalanishi natijasida ko‘p miqdorda issiqlik hosil bo‘ladi [4]. Usul boshqa usullarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega bo‘lib, bular: dastlabki

moddalarining eritma holatida bo'lishi ularning molekulyar holatgacha aralashish imkonini beradi, temperaturaning o'rtacha 1000 °C ga ko'tarilishi hosil bo'ladigan kukun zarrachalarining toza va kristallanish darajasini yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Sintez jarayonining qisqa vaqtlarda yuz berishi va turli metall niratlarining parchalanishi natijasida ko'p miqdordagi gazlarning hosil bo'lishi mahsulot zarrachalarining yiriklashishiga yo'l bermaydi va yuqori sirt yuzaga ega bo'lgan nanostrukturali kukun hosil bo'lishiga olib keladi [5].

So'nggi vaqtlarda ushbu usuldan foydalanib katta sirt yuza va g'ovaklilik darajasi yuqori bo'lgan katalizatorlar va sorbentlar sintez qilish va olingan katalizatorlarni yengil uglevodorodlarni sintezi, ularning konversiya jarayonlariga qo'llash imkoniyatlari ortib bormoqda.

Ishda [6,7,8] eritmada yonish (solution-combustion synthesis) usulidan foydalanib, tarkibida nikel oksidi saqlagan katalizatorlar sintezi amalga oshirilgan hamda uning sorbsion xarakteristikalari o'rganilgan.

MATERIALLAR VA USULLAR

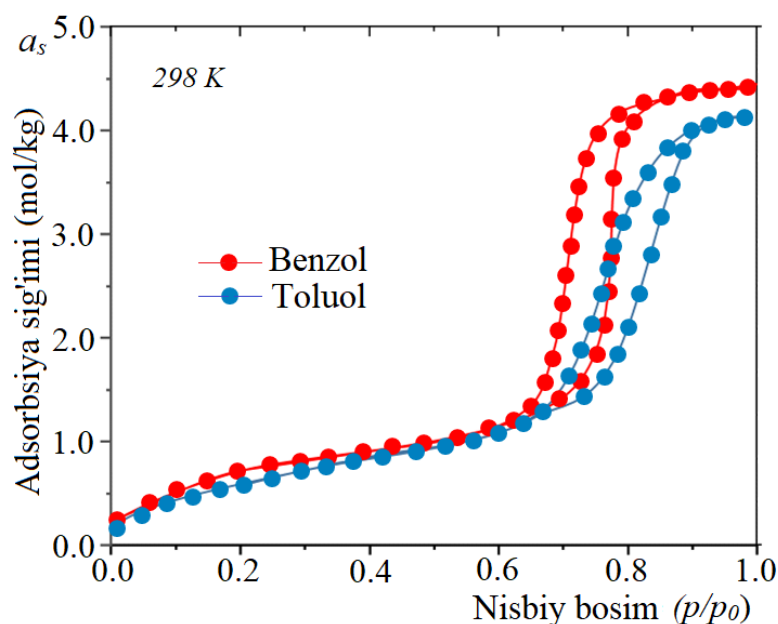
Kimyoviy reaktivlar. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -nikel nitrat geksagidrati, $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sirkoniy okso nitrat digidrati, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – rux (III) nitrat geksagidrati, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -mis nitrat digidrati, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ – alyuminiy nanogidrati, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ -mochevina, $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ -glitsin, HNO_3 -nitrat kislota va distillangan suv.

Solution-combustion synthesis usulida kompozit katalizator sintezi amalga oshirilgan.

Ma'lumki, faol va barqaror katalizatorning shakllanishida uning faol sirt morfologiyasi, geterogen katalitik reaksiyalar kinetikasi adsorbsiya jarayoni o'z o'rniga ega. Shuning uchun katalizatorlarda sorbsion jarayonini o'rganish katalizatorlarning muhim xarakteristikasi hisoblanadi. Yuqorida qayd etilgan ma'lumotlardan kelib chiqqan holda Mak-Ben-Bakraning sezgir spiralli qurilmasi orqali esa past temperaturada turli moddalar bug'larining sorbsiyalanishi orqali katalizatorlarning solishtirma sirt o'lchami, g'ovaklarning hajmi va o'rtacha diametri polimolekulyar adsorbsiya orqali monoqavat sig'imi hisoblandi va katalizatorlarning sorbsion izotermalari olindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Katalizatorlarning sorbsion xarakteristikalarini o'rganish katalizatorlarning muhim xarakteristikasi hisoblanadi. Yuqorida qayd etilgandan kelib chiqqan holda katalizatorning solishtirma sirt o'lchami, g'ovaklarning hajmi va o'rtacha diametri kabi tekstur xarakteristikalari Mak-Ben-Bakraning sezgir spiralli kvars qurilmasida benzol hamda toluol bug'larining adsorbsiyasi orqali o'rganildi. (1-rasm). Katalizatorga benzol va toluol bug'larining sorbsiya izotermalaridan, sorbsiyalangan adsorbatlarning asosiy miqdori $p/p_0 = 0,1 \div 0,6$ oralig'iga to'g'ri kelishini ko'rish mumkin. Shuningdek, nisbiy bosim $p/p_0 = 0,68 \div 0,90$ da mezog'ovaklardagi kapillyar kondensatsiya hisobiga gisterezis halqalari hosil bo'lgan. Gisterezis halqalarining katta nisbiy bosim tomonda hosil bo'lishi katalizator nisbatan yirik mezog'ovaklar hamda makrog'ovaklardan iboratligini ko'rsatdi.



1-rasm. Katalizatorga benzol va toluol bug‘larining adsorbsiya izotermalari

Sorbsiya izotermalari hamda SEM da olingan natijalar asosida katalizatlarning solishtirma sirti (S_{BET} , m^2/g), g‘ovaklarning o‘rtacha diametri (D , nm), sorbentlarning monoqavat sig‘imi (a_m , mol/kg) va to‘yinish adsorbsiyalari (a_s , mol/kg) hisoblab topildi (1-jadval).

Jadval

Katalizatorning tekstur xarakteristikalar

Katalizator	pH	S_{BET} , m^2/g	a_m , mol/kg	V_s , cm^3/g	a_s , mol/kg	D
K1	1,0	425÷610	153±0,22	0,78÷0,95	4,3±0,4	190±15,7 nm

Jadvalda keltirilgan katalizator tekstur xarakteristikalaridan katalizatorning solishtirma sirt yuzasi $S_{\text{BET}} = 425 \div 610 \text{ m}^2/\text{g}$, g‘ovaklar o‘lchamining esa kichik $190,0 \pm 15,7 \text{ nm}$ ekanligini, benzol bo‘yicha sorbsiya sig‘imi (a_s) $4,3 \pm 0,4 \text{ mol/kg}$ ni tashkil etib, yutilgan adsorbatning 38,09% monoqavatga sorbsiyalanganligi aniqlandi. Shuningdek, shunga mos ravishda boshqa parametrlarning ham ko‘rishimiz mumkin.

Umumiy holatda yuqoridagi natijalardan quyidagicha xulosa qilish mumkinki, $\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ saqlagan katalizatorga turli dopantlarning qo‘shilishi uning sirt yuza tuzilishiga va adsorbsiya jarayonlariga turlicha ta‘sir etdi. NiO $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ga $\text{ZnO} \cdot \text{CuO}$ ning dopant sifatida qo‘llash, sirt yuza xarakteristikalarining yuqori bo‘lishi, nanozarrachalar sonining ortishiga ijobiy ta‘sir etishini ko‘rish mumkin.

Bu esa katalizatorning qo‘llanilish davomiyligiga nisbatan kokslanishga chidamli va metanning karbonatli konversiyada qo‘llash imkoniyatlarni beradi.

XULOSA

Ba'zi d-elementlar oksidlari asosida zol-gel texnologiyasining "solition-combustion synthesis" usulida $\text{NiO} \cdot \text{ZrO} \cdot \text{ZnO} \cdot \text{CuO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ tarkibli polioksidli kompozit katalizator sintez qilindi.

Katalizatorlarning geometrik sorbsion va katalitik xarakteristikallari aniqlandi. Katalizatorlarda sirt yuzasi umumiy g'ovaklarining 25,57% mezog'ovaklar 74,48% hajmi esa makrog'ovaklardan iboratligi, unda benzol bug'lari bo'yicha sorbsiya sig'imi $4,3 \pm 0,4$ mol/kg ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirish bo'yicha global say-harakatlar bilan uyg'unlashgan holda, metan konversiyasining ekologik ahamiyatini ta'kidlaydi. Kelajakdagi tadqiqotlar sintez jarayonini kengaytirishga, katalizatorning qo'llanilish davomiyligini yaxshilashga va samaradorlikni yanada oshirish uchun yangi dopant birikmalarini o'rganishga qaratilishi kerak. Ushbu katalizatorlarning sanoat jarayonlariga integratsiyalashuvi barqaror energiya va kimyoviy ishlab chiqarish tizimlariga sezilarli hissa qo'shishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Dossumov K., Churina D.Kh., Myltykbaeva L.K., Tungatarova S.A. Oxide catalysts for hydrogen production from natural gas-methane in one stage // European Applied Sciences. - 2013. – Vol. 7. – P. 92-94.
- [2]. Lapidus A. L. Zhagfarov, F. G., Sosna, M. Kh., Melnikov, A. P., Elkin, A. B., and Chung, Z. Study of the catalytic process of carbon dioxide conversion of natural gas // Gas chemistry. - 2009. - №. 3 (7). - P. 14-26.
- [3]. Cross A. Roslyakov, S., Manukyan, K. V., Rouvimov, S., Rogachev, A. S., Kovalev, D., and Mukasyan, A. S. In situ preparation of highly stable Ni-based supported catalysts by solution combustion synthesis //The Journal of Physical Chemistry P. – 2014. – T. 118. – №. 45. – P. 26191-26198.
- [4]. Li F. Solution combustion synthesis of metal oxide nanomaterials for energy storage and conversion //Nanoscale. – 2015. – T. 7. – №. 42. – P. 17590-17610.
- [5]. Khort, A., Hedberg, J., Mei, N., Romanovski, V., Blomberg, E., and Odnevall, I. Corrosion and transformation of solution combustion synthesized Co, Ni and CoNi nanoparticles in synthetic freshwater with and without natural organic matter //Scientific reports. – 2021. – T. 11. – №. 1. – P. 1-14.
- [6]. Saidov K.M., Mukhamadiev N.K., Sayitkulov S.M., Tursunkulov O.M. Synthesis of Polyoxide Catalysts and their Application Possibility in Catalytic Conversion of Methane // Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 2022. Vol. 3, No. 6. P. 760–779. DOI: 10.51699/cajmn.v3i6.760.
- [7]. Saidov Kh.M., Mukhamadiev N.K. Synthesis of the catalyst based on oxides of some d-elements // O'zMU Xabarlari. 2025. №. 3/1/1. P. 368–371.
- [8]. Mukhamadiev N.K., Saidov Kh.M. Synthesis of polyoxide catalysts and their application possibility in catalytic conversion of methane // FarDU. Ilmiy xabarlar. 2025. Vol. 31. №. 3.

DETERMINING THE COMPARATIVE RESISTANCE OF EPITAXIAL AND DIFFUSION LAYERS USING FOUR-PROBE METHOD

Khonazarova Salomatkhon Abdurahmon's daughter

Kokand State University

e-mail: xonazarovasalomatxon@gmail.com

Abstract: This article discusses the theory and practical significance of using the four-probe method to determine the comparative resistance and thickness distribution of semiconductor two-layer and epitaxial structures. The mathematical relationships between the current distribution through the layers, the potential difference, and the electrical conductivity parameters are analyzed. Additionally, the effect of boundary transitions on current flow in these types of structures and the limitations of the method's application are evaluated.

Keywords: diffusion layer, epitaxial layer, double-layer structure, four-probe method, current probes.

Аннотация: В этой статье рассмотрены теория и практическое значение применения четырехзондового метода для определения сравнительного сопротивления и распределения по толщине полупроводниковых двухслойных и эпитаксиальных структур. Проанализированы математические зависимости между распределением тока по слоям, разностью потенциалов и показателями электрической проводимости через зонды. Также оценено влияние граничных переходов на протекание тока в разных типах структур и пределы применения метода.

Ключевые слова: диффузионный слой, эпитаксиальный слой, двухслойная структура, четырехзондовый метод, токовые зонды.

Annotatsiya: Ushbu maqolada yarim-o'tkazgichli ikki qatlamli va epitaksial strukturalarning solishtirma qarshiligi hamda qalinlik bo'yicha taqsimotini aniqlashda to'rt zondli usulni qo'llash nazariyasi va amaliy ahamiyati ko'rib chiqilgan. Zondlar orqali o'tayotgan tokning qatlamlar bo'yicha taqsimlanishi, potentsiallar ayirmasi hamda elektr o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlari o'rtasidagi matematik bog'liqliklar tahlil qilingan. Shuningdek, turdagi strukturalarda chegaraviy o'tishlarning tok o'tishiga ta'siri hamda usulning qo'llanilish chegaralari baholangan.

Kalit so'zlar: diffuzion qatlam, epitaksial qatlam, ikki qatlamli struktura, to'rt zondli usul, tok zondlari.

INTRODUCTION

In modern micro- and nanoelectronics, precisely measuring the electrophysical properties of semiconductor materials and epitaxial layers is an important step. In particular, determining the comparative resistivity of diffusion and epitaxial layers and how their parameters are distributed over their thickness defines how efficiently devices work. One of the most handy and widely used ways to measure comparative resistivity in thin two-layer structures is the four-probe method. This method lets you accurately measure the resistivity of layers without damaging the sample, using current and voltage probes placed parallel to the sample surface. The introduction also covers the physical models

of the four-probe method, how current distributes in two-layer systems, and the theoretical basis of the calculation formulas.

MATERIALS AND METHODS

In double-layer structures, for example, you can use the four-probe method to determine the comparative resistances of a layer obtained on the substrate surface through diffusion, or epitaxial layers that differ from the substrate in conductivity and type, along with how their thickness is distributed (Figure 1).

A thin double-layer structure with boundaries shifted to infinity ($S > d_1, d_2$) It forms a chain connected in parallel to the current probes. So, part of the current passing through probes 1 and 4, I_1 , goes through the first layer, and part, I_2 , goes through the second layer, that is

$$I = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$$U = I_1 \rho_{n1} \frac{\ln 2}{\pi} = I_2 \rho_{n2} \frac{\ln 2}{\pi} \quad (2)$$

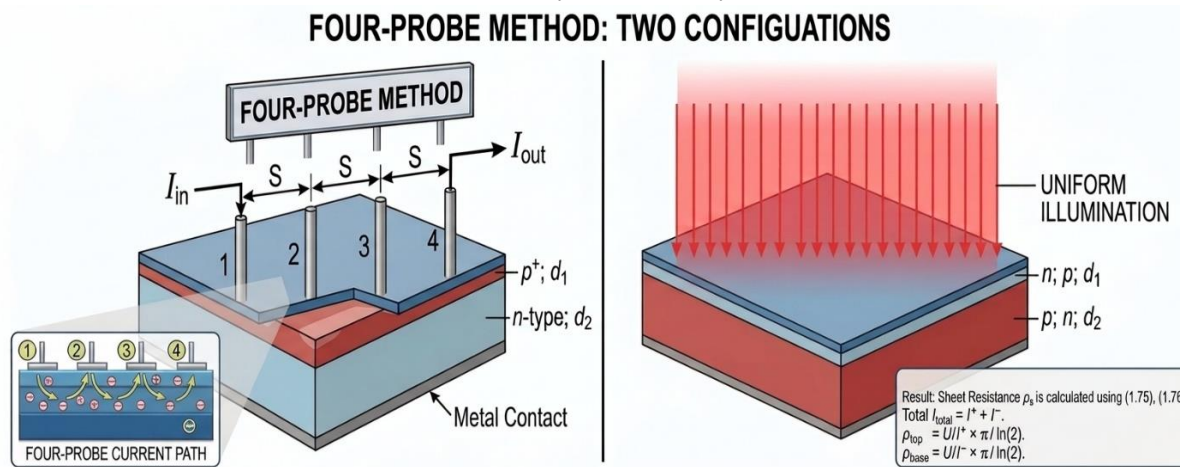


Figure 1. Types of epitaxial structures whose comparative resistance can be measured using the four-probe method.

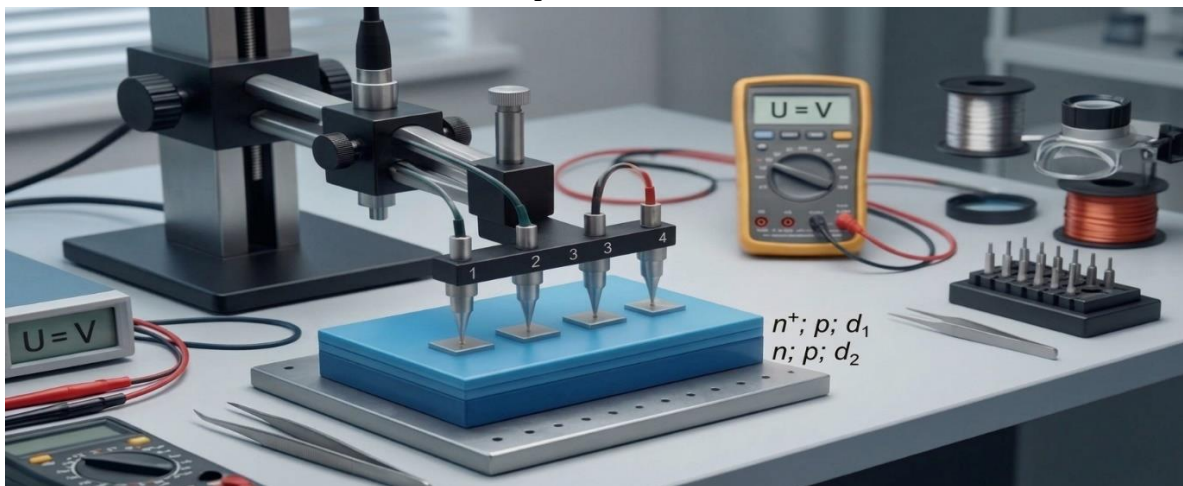


Figure 2. Actual image of measuring comparative resistance using the four-probe method.

Here: ρ_{n1}, ρ_{n2} — Comparative surface resistance. The second expression gives the voltage in the parallel-connected circuit, the difference in potentials at probes 2 and 3. From these two formulas

$\rho_1 = \rho_{n1}d_1$, $\rho_2 = \rho_{n2}d_2$ considering that it is

$$(\sigma_1 d_1 + \sigma_2 d_2)^{-1} = (d_1/\rho_1 + d_2/\rho_2)^{-1} = \frac{\pi}{\ln 2} \cdot \frac{U}{I} \quad (3)$$

we'll find the equation.

RESULTS AND DISCUSSION

If the conductivity of one of the layers is very high, for example, that of the first thin layer $d_1\sigma_1 \gg d_2\sigma_2$ if so, the second layer in the structure does not affect the current flow. In this case, the measured comparative resistance belongs to the first layer and is determined through (3):

$$\rho_1 = \frac{U}{I} \cdot \frac{\pi d_1}{\ln 2} \quad (4)$$

If the thin epitaxial layer and the substrate have two different types of conductivity, the p-n junction formed at the boundary prevents the current from passing through the bottom layer. So, the four-probe method can be used to measure the relative resistance in p-n or n-p type structures only in p+p, n+n structures, where the substrate's relative resistance is at least a hundred times greater than that of the epitaxial layer, and in the two-layer structures mentioned above, the relative resistances of the diffused and epitaxial layers for thin samples are calculated using the appropriate formula.

CONCLUSION

Based on the conducted analyses and the presented mathematical expressions, several generalized conclusions were developed. When calculating current distribution and resistance in thin two-layer structures where the boundaries extend to infinity, the four-probe method forms a parallel circuit model. In this case, the total current is distributed across the layers as $I = I_1 + I_2$

The effect of layers looks like this when studied for the first and second layers. If the conductivity of the first thin layer is significantly higher than that of the second layer ($d_1\sigma_1 \gg d_2\sigma_2$), the second layer (substrate) hardly affects the overall current flow. In this case, the measured comparative resistance directly relates to the first layer.

In this case, the limits of the method's application have also been studied. When the thin epitaxial layer and the substrate have different types of conductivity (p-n or n-p), the p-n junction formed at the boundary prevents the current from passing into the lower layer. That's why the four-probe method provides the highest accuracy in p+p or n+n structures, or when the substrate's relative resistivity is at least 100 times greater than that of the epitaxial layer.

REFERENCES:

- [1]. U. Asatova, "Physics of Semiconductors and Dielectrics." Methodical Guide. Urgench-2012
- [2]. E.N. Nazirov, D.E. Nazirov, A.T. Teshaboyev, "Dictionary of Semiconductor Physics." Tashkent-2008
- [3]. A. Teshaboyev, S. Zaynobiddinov, S. Vlasov, I. Karimov, V. Abduazimov, "Surface Physics of Semiconductors." Textbook. Tashkent-2010
- [4]. A. Teshaboyev, S. Zaynobiddinov, E.A. Musayev, "Semiconductors and Semiconductor Device Technology." Textbook. Tashkent-2006
- [5]. S. Z. Zaynobiddinov, A. Teshaboev, "Solid State Physics." Tashkent: Moliya, 2001

GAZ-KIMYOVIY MAJMUADA EKOLOGIK XAVFSIZLIKNI BOSHQARISH VA ISHLAB CHIQRISH EKOLOGIK MONITORINGINI TAKOMILLASHTIRISH

Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich, Qodirov Isomiddin Eshmo‘minovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com.

Annotatsiya. Mazkur maqolada yirik gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarish, ekologik xavflarni baholash va ishlab chiqarish ekologik monitoringini tashkil etishning yaxlit yondashuvi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash va tashish jarayonlarida atrof-muhitga texnogen ta’sirni kamaytirishga xizmat qiluvchi boshqaruv, monitoring va texnologik choralarni bir tizimga keltirishdan iborat. Materiallar sifatida ekologik menejment, ekologik xavfni baholash, atmosfera havosi va suv obyektlari monitoringi, avariya holatlariga tayyorgarlik hamda kam chiqindili texnologiyalar bo'yicha berilgan ma'lumotlardan foydalanildi. Natijalarga ko'ra, ekologik xavfsizlik tizimi normativ-huquqiy baza, ekologik menejment, monitoring, xodimlar malakasi, texnologik modernizatsiya va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik elementlarining o'zaro bog'liqligiga asoslanadi. Manbalarda keltirilgan monitoring ma'lumotlari atmosfera havosi bo'yicha 123 mingdan ortiq namuna, fakel osti hududlari bo'yicha qariyb 23 ming namuna va suv hamda oqova suvlar bo'yicha 178 mingdan ortiq tahlil o'tkazilganini ko'rsatadi. Kam chiqindili texnologiyalar, gazlarni yig'ish, tozalash, quvurlarni nazorat qilish va avtomatlashtirilgan monitoring vositalarini joriy etish ekologik xavfsizlikni oshirishning muhim yo'nalishlari sifatida shakllanadi.

Kalit so'zlar: ekologik xavfsizlik, gaz-kimyoviy majmua, ekologik xavf, ekologik menejment, monitoring, atmosfera emissiya, kam chiqindili texnologiya.

Аннотация. В статье рассмотрен комплексный подход к управлению экологической безопасностью на крупном газохимическом предприятии, включая оценку экологических рисков, производственный экологический мониторинг и технологические меры по снижению техногенной нагрузки. Целью работы является систематизация управленческих и технических решений, применяемых при добыче, подготовке, переработке и транспортировке углеводородного сырья. В качестве исходного материала использованы данные по экологическому менеджменту, контролю атмосферного воздуха и водных объектов, предупреждению аварийных ситуаций, совершенствованию технологических процессов и внедрению малоотходных технологий. Показано, что эффективная система экологической безопасности включает нормативно-правовое обеспечение, идентификацию экологических аспектов, оценку рисков, регулярный мониторинг, подготовку персонала и корректирующие действия. Приведенные в исходных материалах данные свидетельствуют о проведении более 123 тысяч анализов проб атмосферного воздуха, около 23 тысяч подфакельных проб и свыше 178 тысяч анализов сточных, поверхностных и подземных вод в год. Технологические мероприятия по сбору низконапорных газов, очистке газовых фракций, повышению надежности оборудования и автоматизации экологического контроля рассматриваются как взаимосвязанные элементы снижения воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: экологическая безопасность, газохимический комплекс, экологический риск, экологический менеджмент, мониторинг, выбросы, малоотходные технологии.

Abstract. The paper considers an integrated approach to environmental safety management at a large gas-chemical complex, including environmental risk assessment, industrial environmental monitoring and technological measures aimed at reducing anthropogenic impacts. The purpose is to systematize managerial and technical measures applicable to the extraction, preparation, processing and transportation of hydrocarbon raw materials. The study uses source data on environmental management, air and water monitoring, emergency preparedness, process improvement and low-waste technologies. The results show that an effective environmental safety system combines regulatory support, identification of environmental aspects, risk assessment, continuous monitoring, personnel competence and corrective actions. The source materials report more than 123 thousand air samples, about 23 thousand under-flare samples and more than 178 thousand analyses of wastewater, surface water and groundwater annually. Measures such as low-pressure gas collection, gas-fraction purification, equipment reliability improvement and automated environmental monitoring form interconnected elements of environmental impact reduction. The integrated approach allows environmental risks to be identified earlier, technological measures to be coordinated with monitoring results and preventive actions to be incorporated into routine production management.

Keywords: environmental safety, gas-chemical complex, environmental risk, environmental management, monitoring, emissions, low-waste technologies.

KIRISH

Neft-gaz va gaz-kimyoviy korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlari atmosfera havosi, suv resurslari, tuproq va aholi yashash hududlariga turli darajadagi texnogen ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ekologik xavfsizlikni ta'minlash shuning uchun faqat alohida tozalash qurilmalaridan foydalanish bilan cheklanmay, ishlab chiqarishning barcha bosqichlarini boshqarish, ekologik xavflarni oldindan aniqlash va monitoring natijalariga asoslangan tuzatish choralari amalga oshirishni talab etadi. Ko'rib chiqilgan materiallarda ekologik xavfsizlik tizimining asosiy yo'nalishlari sifatida normativ-huquqiy bazani shakllantirish, ekologik menejment tizimini rivojlantirish, tabiiy muhit holatini muntazam kuzatish, texnogen ta'sirni kamaytirish, xodimlar malakasini oshirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik masalalari ko'rsatilgan. Yirik gaz-kimyoviy majmua sharoitida ushbu yo'nalishlar o'zaro bog'langan holda amalga oshirilishi ekologik xavflarni boshqarishning asosiy sharti hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarish va ekologik monitoringni yagona tizim sifatida yoritish, texnologik hamda tashkiliy choralarni umumlashtirish va ularning atrof-muhitga ta'sirni kamaytirishdagi o'rnini belgilashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot uchun ikki ilmiy manbada keltirilgan yirik gaz-kimyoviy majmualarning ekologik xavfsizligi, ekologik menejmenti va ishlab chiqarish ekologik monitoringiga oid ma'lumotlar asos qilib olindi. Manbalarda gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash va tashish jarayonlari bilan bog'liq ekologik masalalar, ekologik siyosat, ekologik xavflarni aniqlash, monitoring va texnologik takomillashtirish choralari yoritilgan.

Tahliliy yondashuvda ekologik xavfsizlikning boshqaruv elementlari, monitoring ko'rsatkichlari va texnologik choralar o'zaro bog'langan yagona tizim sifatida guruhlandi. Sonli ma'lumotlar jadval va grafik ko'rinishida qayta tuzildi. Bunda manbalarda keltirilgan qiymatlar mazmuni saqlanib, yangi maqola tarkibiga mos ravishda tizimlashtirildi.

1-jadval.

Gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarishning asosiy elementlari

Yo'nalish	Asosiy mazmun
Normativ-huquqiy ta'minot	Ekologik talablar, ichki me'yoriy hujjatlar va favqulodda vaziyatlar bo'yicha tartiblar
Ekologik menejment	Muammolarni muntazam tahlil qilish, rejalashtirish va tuzatish choralari joriy etish
Ekologik monitoring	Atmosfera havosi, suv va boshqa tabiiy muhit komponentlarini muntazam nazorat qilish
Texnologik modernizatsiya	Gazlarni yig'ish va tozalash, kam chiqindili jarayonlar, uskunalar ishonchliligini oshirish
Xodimlar tayyorgarligi	Ekologik talablar, texnologiyalar va favqulodda vaziyatlar bo'yicha kompetensiyani oshirish
Jamoatchilik bilan aloqa	Ekologik faoliyat va muammolar bo'yicha aholini xabardor qilish

NATIJALAR VA MUHOKAMA

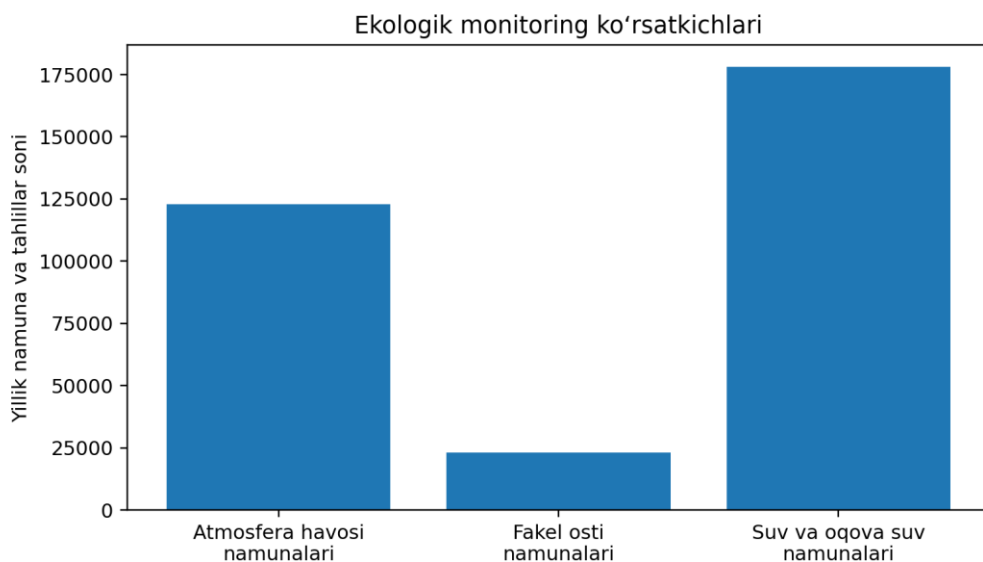
Ekologik xavfsizlikni boshqarishning samaradorligi, avvalo, korxonada ekologik jihatlarni aniqlash va ularning ahamiyatini baholashga bog'liq. Ko'rib chiqilgan materiallarda ekologik xavfning sifat va miqdoriy baholanishi tabiiy resurslardan foydalanish va atrof-muhit sifatini boshqarish jarayonining tarkibiy qismi sifatida qaraladi. Bunday yondashuv xavfni faqat avariya yuz bergandan keyin baholashdan ko'ra, uning yuzaga kelish ehtimoli va oqibatlarini oldindan ko'rib chiqishga imkon beradi.

Gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash va tashish bilan bog'liq jarayonlarda atmosferaga chiqindilar alohida nazorat obyekti. Manbalarda ekologik monitoring uchun maxsus laboratoriyalar tashkil etilgani, atmosfera havosi va fakel osti hududlaridan muntazam namunalar olinishi hamda suv obyektlari va oqova suvlar tahlil qilinishi qayd etilgan.

2-jadval.

Ishlab chiqarish ekologik monitoringining manbalarda keltirilgan yillik ko'rsatkichlari

Monitoring obyekti	Namuna yoki tahlillar soni
Atmosfera havosi	123 000 dan ortiq namuna
Fakel osti hududlari	23 000 ga yaqin namuna
Oqova, yer usti va yer osti suvlari	178 000 dan ortiq tahlil
Tashqi tashkilotlar tomonidan suv bo'yicha tahlillar	9 705 ta



1-rasm.

Ishlab chiqarish ekologik monitoringining manbalarda keltirilgan yillik ko'rsatkichlari

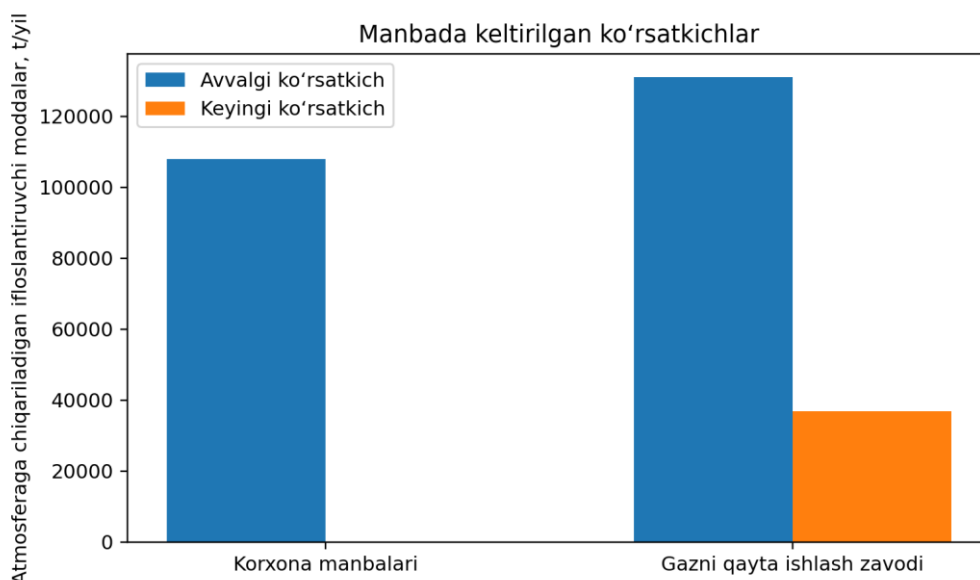
Monitoring tizimining muhim xususiyati o'lchashning o'zi bilan cheklanmasdan, olingan ma'lumotlarni yig'ish, uzatish, saqlash va qayta ishlash, ekologik vaziyatni tahlil qilish hamda boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlashdan iborat bo'lishidir. Shu sababli avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari ekologik boshqaruvning axborot asosini tashkil etadi.

Texnologik jarayonlarni takomillashtirish ham ekologik xavfsizlikning muhim qismidir. Manbalarda past bosimli gazlarni yig'ish, propan-butan fraksiyasini tozalash, texnologik qurilmalarni rekonstruksiya qilish, quvurlar holatini nazorat qilish va kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish kabi choralar qayd etilgan. Bunday tadbirlarning umumiy maqsadi chiqindilarni kamaytirish, resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish va texnologik uskunalarning ishonchliligini ta'minlashdan iborat.

3-jadval.

Ekologik ta'sirni kamaytirishga qaratilgan texnologik va tashkiliy choralar

Chora	Kutiladigan ekologik vazifa
Past bosimli gazlarni yig'ish	Atmosferaga chiqariladigan gaz miqdorini kamaytirish
Gaz fraksiyalarini tozalash	Ifloslantiruvchi komponentlarni kamaytirish
Quvurlarni diagnostika qilish	Oqish va avariya xavfini erta aniqlash
Korrozion himoyani takomillashtirish	Uskuna va quvurlar ishonchliligini oshirish
Kam chiqindili texnologiyalar	Chiqindi va resurs sarfini kamaytirish
Avtomatlashtirilgan monitoring	Ekologik holatni tezkor kuzatish va boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlash



2-rasm. Atmosferaga chiqindilar bo'yicha manbalarda keltirilgan taqqoslama ko'rsatkichlar

Manbalarda keltirilishicha, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va amaldagi ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish natijasida atmosfera chiqindilarining kamayishi qayd etilgan. Shu bilan birga, ekologik samaradorlikni baholashda monitoring ma'lumotlari muntazam ravishda texnologik ko'rsatkichlar bilan bog'lanishi zarur. Grafikda manbalarda berilgan sonli qiymatlar aynan keltirilgan shaklda tasvirlangan.

Ekologik xavfsizlikning yana bir muhim elementi favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlikdir. Gaz va suyuq uglevodorodlarni tashish tizimlarida texnik nosozliklar, tashqi aralashuvlar yoki quvur shikastlanishi ekologik oqibatlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli avariya holatlarini oldindan modellashtirish, tezkor harakat rejalarini ishlab chiqish, mas'uliyat va vakolatlarni belgilash hamda xodimlarni muntazam tayyorlash ekologik menejment tizimining ajralmas qismi bo'lishi kerak.

Ekologik menejmentning samaradorligi faqat texnik ko'rsatkichlar bilan emas, balki xodimlarning ekologik mas'uliyati, boshqaruvning uzluksizligi va jamoatchilik bilan axborot almashinuvi bilan ham belgilanadi. Ko'rib chiqilgan materiallarda ekologik siyosat, xodimlarning ekologik talablarni bilishi, malakasini oshirish va aholiga ekologik faoliyat haqida ma'lumot berish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan.

XULOSA

Gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni ta'minlash texnologik, tashkiliy va monitoring choralarining yagona tizimda ishlashini talab qiladi. Ekologik xavflarni aniqlash va baholash, normativ talablarni bajarish, ekologik menejmentni uzluksiz takomillashtirish hamda ishlab chiqarish monitoringini kuchaytirish atrof-muhitga texnogen ta'sirni boshqarishning asosiy tarkibiy qismlaridir.

Manbalarda keltirilgan monitoring ma'lumotlari ekologik nazoratning katta hajmda olib borilishini ko'rsatadi. Atmosfera havosi, fakel osti hududlari va suv obyektlarini muntazam nazorat qilish texnologik jarayonlardagi o'zgarishlarni o'z vaqtida aniqlash uchun muhimdir. Past bosimli gazlarni yig'ish, gaz fraksiyalarini tozalash, quvurlarni diagnostika qilish, korroziyadan himoyalash va kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish ekologik xavfni kamaytirishga qaratilgan o'zaro bog'liq choralaridir.

Shunday qilib, ekologik xavfsizlikni boshqarish tizimi monitoring natijalarini tahlil qilish, aniqlangan xavflar bo'yicha tuzatish choralarini belgilash va texnologik jarayonlarni muntazam takomillashtirish tamoyiliga asoslanishi lozim. Mazkur yondashuv gaz-kimyoviy korxonalarda ishlab chiqarish barqarorligi va atrof-muhitni muhofaza qilish vazifalarini birgalikda hal etishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Быстрых В.В. Система экологической безопасности газохимического комплекса. Территория нефтегаз. 2007. № 2. С. 62–65.
- [2] Строганов С.В., Борщук Е.Л. Оценка и управление экологическими рисками в районе размещения крупного газохимического комплекса. Территория нефтегаз. 2008. № 6. С. 162–168.

EKOLOGIK ZARARNI IQTISODIY BAHOLASH VA BARQAROR RIVOJLANISHNI TA'MINLASHDA EKOLOGIK SIYOSAT MEXANIZMLARI

¹Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich, ²Mavlonov Dilmurod Norali o'g'li

¹Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com.

²Kadastr geonur engineering MCHJ. Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada antropogen faoliyat natijasida yuzaga keladigan ekologik zarar, uning iqtisodiy bahosi hamda barqaror rivojlanish sharoitida ekologik siyosat mexanizmlarining o'zaro bog'liqligi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi atrof-muhitga salbiy ta'sirni baholash, ekologik to'lovlar va tabiatni muhofaza qilish investitsiyalarining o'rnini yagona ilmiy yondashuv asosida umumlashtirishdan iborat. Material sifatida ekologik zarar va salbiy ta'sir uchun to'lovlarni hisoblashga bag'ishlangan ilmiy maqola hamda ekologik siyosat va barqaror rivojlanish masalalarini yorituvchi tadqiqotdan foydalanildi. Tizimli va qiyosiy tahlil, iqtisodiy baholash, statistik ma'lumotlarni guruhlash va grafik usullar qo'llanildi. Manbalarda keltirilgan hisob-kitoblarga ko'ra, 2006-yil ma'lumotlari asosida atrof-muhitga yetkazilgan yiriklashtirilgan ekologik zarar 291,478 mlrd so'mni, salbiy ta'sir uchun to'lov 12,377 mlrd so'mni, atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga yo'naltirilgan investitsiyalar esa 68,2 mlrd so'mni tashkil qilgan. Natijalar ekologik siyosatda faqat to'lov undirish emas, balki ekologik zarar, real ifloslanish hajmi, texnologik yangilanish, monitoring va oldini olingan zarar ko'rsatkichlarini o'zaro bog'lash zarurligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv barqaror rivojlanishning iqtisodiy va ekologik maqsadlarini uyg'unlashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: ekologik zarar, ekologik siyosat, barqaror rivojlanish, ekologik to'lov, ekologik baholash, antropogen ta'sir, monitoring, tabiatni muhofaza qilish.

Аннотация. В статье рассматриваются экологический ущерб, его экономическая оценка и взаимосвязь механизмов экологической политики с задачами устойчивого развития. Цель исследования состоит в обобщении подходов к оценке негативного воздействия на окружающую среду и определении роли экологических платежей и природоохранных инвестиций в системе экологического регулирования. Материалами послужили научная

работа по экономической оценке экологического ущерба и платежей за негативное воздействие, а также исследование экологической политики и устойчивого развития. Используются системный и сравнительный анализ, экономическая оценка, группировка статистических данных и графическое представление результатов. Согласно расчетам, приведенным в источниках по данным за 2006 год, укрупненный нанесенный экологический ущерб составил 291,478 млрд руб., общая плата за негативное воздействие — 12,377 млрд руб., а инвестиции в охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов — 68,2 млрд руб. Полученные результаты показывают, что экологическое регулирование не должно ограничиваться платежами за загрязнение. Необходимо связывать экономические инструменты с фактическими объемами выбросов, сбросов и размещения отходов, экологическим мониторингом, технологическим обновлением и оценкой предотвращенного ущерба. Такой подход позволяет рассматривать экологическую политику как часть долгосрочной системы устойчивого развития.

Ключевые слова: *экологический ущерб, экологическая политика, устойчивое развитие, экологические платежи, экономическая оценка, антропогенное воздействие, мониторинг, природоохранные инвестиции.*

Abstract. *The article examines environmental damage, its economic valuation, and the relationship between environmental policy instruments and sustainable development. The purpose of the study is to integrate approaches to assessing negative environmental impacts and to clarify the role of environmental payments and environmental protection investments within an ecological regulation system. The study uses two scientific sources: one devoted to the economic assessment of environmental damage and payments for negative impact, and another focused on environmental policy and sustainable development. A systems approach, comparative analysis, economic assessment, statistical grouping and graphical methods were applied. According to the source calculations based on 2006 data, the aggregated environmental damage amounted to 291.478 billion so'mes, payments for negative environmental impact amounted to 12.377 billion so'mes, while investments in environmental protection and rational use of natural resources reached 68.2 billion so'mes. The results indicate that environmental regulation cannot be reduced to pollution payments alone. Economic instruments should be linked with actual emissions, wastewater discharges and waste placement, environmental monitoring, technological modernization and assessment of prevented damage. This integrated approach supports coordination between environmental quality, economic activity and long-term sustainable development objectives.*

Keywords: *environmental damage, environmental policy, sustainable development, environmental payments, economic valuation, anthropogenic impact, monitoring, environmental investment.*

KIRISH

Barqaror rivojlanishning mazmuni iqtisodiy o'sish bilan bir qatorda tabiiy muhitning sifatini saqlash, resurslardan oqilona foydalanish va kelajak avlodlar manfaatlarini hisobga olishni talab qiladi. Taqdim etilgan manbalarda ekologik siyosatning asosiy vazifasi iqtisodiy faoliyat natijasida yuzaga keladigan ekologik yuklamani kamaytirish, tabiiy resurslarning qayta tiklanish imkoniyatlarini hisobga olish va ekologik talablarni iqtisodiy qarorlar bilan uyg'unlashtirish zarurligi

bilan izohlanadi. Shu nuqtai nazardan, ekologik muammolarni faqat ma'muriy cheklovlar orqali emas, balki iqtisodiy baholash va rag'batlantirish vositalari yordamida boshqarish muhimdir.

Ekologik zarar tushunchasi atrof-muhit komponentlarining yomonlashuvi bilan cheklanmay, tabiiy, moddiy, moliyaviy va ijtimoiy yo'qotishlarni ham qamrab oladi. Atmosfera ifloslanishi aholi salomatligiga, suv va tuproq resurslariga, qishloq xo'jaligi hosildorligiga va asosiy fondlarning holatiga qo'shimcha xarajatlar orqali ta'sir qilishi mumkin. Suv muhitining ifloslanishi suv ekotizimlarining biologik mahsuldorligini pasaytiradi, suvning iste'mol xususiyatlarini yomonlashtiradi va tiklash xarajatlarini oshiradi. Yer resurslaridagi zarar esa tuproq xususiyatlarining buzilishi va qishloq xo'jaligi yerlarining iqtisodiy qiymati pasayishida namoyon bo'ladi.

Tadqiqotning maqsadi ekologik zarar va ekologik siyosatning iqtisodiy mexanizmlarini bir butun tizim sifatida ko'rib chiqish, mavjud hisoblash yondashuvlarini umumlashtirish va barqaror rivojlanish uchun ekologik monitoring, to'lovlar hamda tabiatni muhofaza qilish investitsiyalarining o'zaro bog'liqligini ko'rsatishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot uchun ikki ilmiy manbada keltirilgan ekologik zarar, salbiy ta'sir uchun to'lov, barqaror rivojlanish va ekologik siyosatga oid ma'lumotlar birlashtirildi. Birinchi manbada ekologik zarar suv resurslari, atmosfera havosi, transport chiqindilari hamda ishlab chiqarish va iste'mol chiqindilarini joylashtirish bo'yicha iqtisodiy qiymatlarda baholangan. Ikkinchi manbada esa ekologik siyosatning barqaror rivojlanish bilan bog'liqligi, atmosfera va suv resurslariga tushadigan yuklama, shaharlar bo'yicha havo ifloslanishi ko'rsatkichlari hamda iqtisodiy faollik va ekologik yuklama o'rtasidagi bog'liqlik yoritilgan.

Hisob-kitoblar manbalarda berilgan qiymatlarni qayta guruhlash asosida umumlashtirildi. Ekologik zarar uchun asosiy tarkibiy qismlar alohida ko'rsatildi. Ekologik to'lovlar va investitsiyalar bilan taqqoslashda manbada berilgan 2006-yil qiymatlari saqlandi. Atmosfera havosining holatini tavsiflash uchun 2000–2009-yillar bo'yicha bir nechta ifloslanish ko'rsatkichlari grafik ko'rinishda qayta tasvirlandi. Shunday qilib, yangi maqoladagi jadval va grafiklar manbalardagi sonli ma'lumotlarni yangi ilmiy kompozitsiya doirasida qayta ifodalaydi.

1-jadval.

Antropogen ta'sir natijasida ekologik zararining asosiy tarkibiy qismlari

Ta'sir yo'nalishi	Ekologik zarar, mlrd so'm	Baholash mazmuni
Suv resurslarining ifloslanishi	3,865	Ifloslantiruvchi moddalar massasi va ularning ekologik xavflilik koeffitsientlari
Atmosfera, statsionar manbalar	12,593	Atmosferaga chiqarilgan moddalar va ularning nisbiy xavfliligi
Atmosfera, transport manbalari	3,913	Avtotransport chiqindilarining iqtisodiy bahosi
Chiqindilarni joylashtirish	76,215	Chiqindilar massasi va xavflilik sinfi
Jami	96,587	2006-yil ma'lumotlari asosida, 1999-yil narxlarida

NATIJALAR VA MUHOKAMA

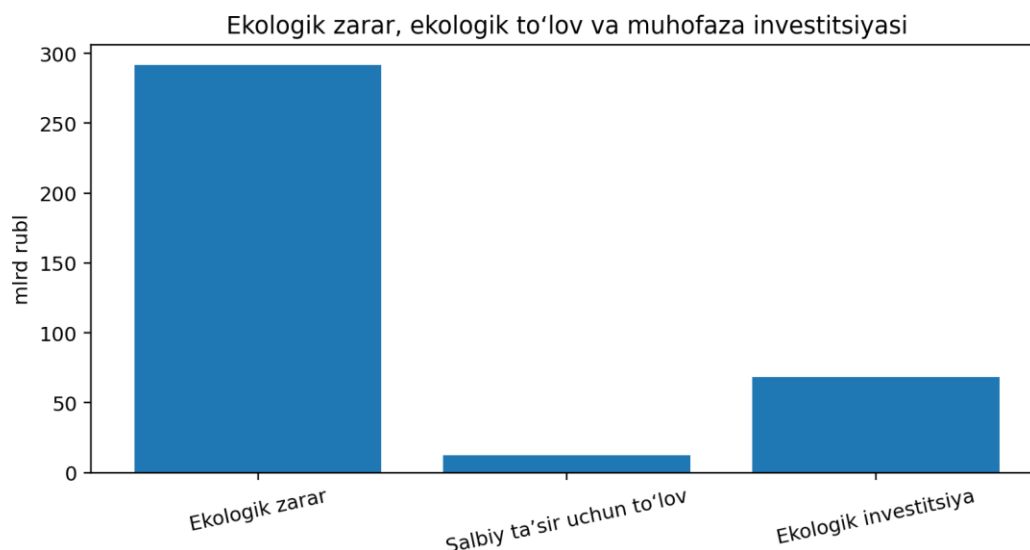
Manbalardagi hisoblashlar ekologik zararni alohida tabiiy resurslar bo'yicha baholash mumkinligini ko'rsatadi. Suv resurslari uchun zarar ifloslantiruvchi moddalarning keltirilgan massasi va ularning ekologik-iqtisodiy xavfliligi asosida aniqlangan. Atmosfera havosi bo'yicha statsionar va ko'chma manbalar alohida hisobga olingan. Chiqindilar bo'yicha esa joylashtirilgan massa va chiqindining xavflilik sinfi asosiy omillar sifatida qabul qilingan. Shu tarzda ekologik zarar faqat bir martalik moliyaviy to'lov emas, balki atrof-muhit komponentlarida yuzaga keladigan turli yo'qotishlarning yig'indisi sifatida namoyon bo'ladi.

Hisoblashlar natijasida suv resurslariga yetkazilgan zarar 3,865 mlrd so'm, statsionar manbalardan atmosfera havosining ifloslanishi bo'yicha zarar 12,593 mlrd so'm, transport manbalari bo'yicha 3,913 mlrd so'm va chiqindilarni joylashtirish bo'yicha 76,215 mlrd so'm miqdorida baholangan. Ularning yig'indisi 1999-yil narxlarida 96,587 mlrd so'mni tashkil etgan. Manbada keltirilgan deflyatorlar orqali 2006-yil narxlariga o'tkazilganda umumiy ekologik zarar 291,478 mlrd so'mga teng deb baholangan.

2-jadval.

Ekologik zarar va uni qoplash bilan bog'liq iqtisodiy ko'rsatkichlar

Ko'rsatkich	Miqdor, mlrd so'm	Izoh
Yiriklashtirilgan ekologik zarar	291,478	2006-yil narxlarida
Salbiy ta'sir uchun jami to'lov	12,377	2006-yil bo'yicha manbada keltirilgan
Atrof-muhitni muhofaza qilish investitsiyalari	68,200	2006-yil, amaldagi narxlarda
To'lov va investitsiyalar yig'indisi	80,577	291,478 mlrd so'mlik zarar bilan taqqoslash uchun



1-rasm.

Manbalarda keltirilgan ekologik zarar, salbiy ta'sir uchun to'lov va ekologik investitsiyalarning taqqoslanishi

Taqqoslash natijasi ekologik zarar qiymati bilan uni iqtisodiy qoplashga yo'naltirilgan to'lov va investitsiyalar o'rtasida katta tafovut mavjudligini ko'rsatadi. Manba hisob-kitobida ekologik zarar

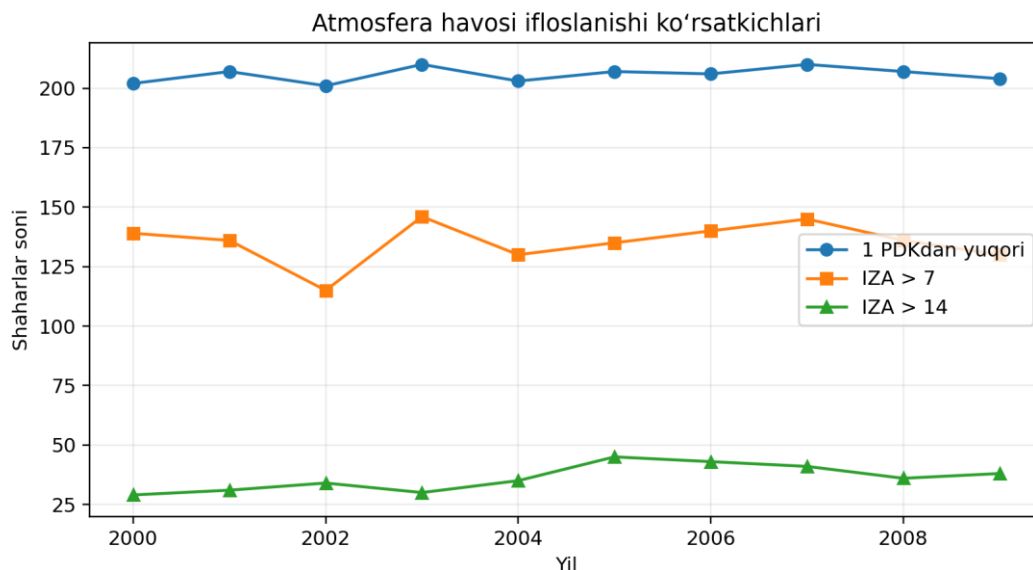
291,478 mlrd so'm, salbiy ta'sir uchun to'lov 12,377 mlrd so'm deb berilgan. Tabiatni muhofaza qilishga yo'naltirilgan investitsiyalar 68,2 mlrd so'mni tashkil qilgan. Demak, to'lov va investitsiyalar yig'indisi ham hisoblangan ekologik zarar miqdoridan past bo'lgan. Bu holat ekologik iqtisodiy mexanizmlarni faqat undiriladigan to'lov miqdori bilan baholash yetarli emasligini ko'rsatadi.

Ekologik siyosatning ikkinchi muhim jihati ekologik yuklamaning iqtisodiy faoliyat bilan bog'liqligidir. Ikkinchi manbada atmosfera chiqindilari hajmi iqtisodiy faollik dinamikasi bilan chambarchas bog'liqligi qayd etilgan. Bu holat texnologik tuzilmaning ekologik samaradorligi yetarli darajada o'zgarmasa, iqtisodiy o'sish bilan birga ekologik yuklama ham ortishi mumkinligini anglatadi. Shu sababli barqaror rivojlanish strategiyasida investitsiyalarni faqat ishlab chiqarish quvvatini kengaytirishga emas, balki ekologik samaradorlikni oshiruvchi texnologiyalarga yo'naltirish muhim.

3-jadval.

Atmosfera havosi ifloslanishining 2000–2009-yillardagi ayrim ko'rsatkichlari

Yil	1 PDKdan yuqori	IZA > 7	IZA > 14
2000	202	139	29
2001	207	136	31
2002	201	115	34
2003	210	146	30
2004	203	130	35
2005	207	135	45
2006	206	140	43
2007	210	145	41
2008	207	136	36
2009	204	130	38



2-rasm. 2000–2009-yillarda atmosfera havosi ifloslanishi yuqori bo'lgan shaharlar sonining manba ma'lumotlari asosidagi dinamikasi

Atmosfera ifloslanishining keltirilgan ko'rsatkichlari ekologik monitoringning faqat o'rtacha qiymatlar bilan cheklanmasligi kerakligini ko'rsatadi. 2000–2009-yillarda bir yoki bir nechta modda

bo'yicha o'rtacha yillik konsentratsiyasi ruxsat etilgan chegaradan yuqori bo'lgan shaharlar soni 201 dan 210 gacha bo'lgan. IZA ko'rsatkichi bo'yicha yuqori va juda yuqori ifloslanish guruhlari ham saqlanib qolgan. Manbada IZA 7 dan 13 gacha bo'lganda ifloslanish yuqori, 14 va undan yuqori bo'lganda juda yuqori deb tavsiflangan. Bu ko'rsatkichlar hududiy ekologik siyosatda muntazam monitoring va maqsadli texnologik choralar zarurligini asoslaydi.

Suv resurslari bo'yicha manbada ifloslangan oqova suvlar hajmining ayrim davrlarda kamayishi har doim ham ekologik tadbirlar samaradorligi bilan bog'liq emasligi ko'rsatiladi. Ayrim o'zgarishlar suvdan foydalanuvchilar sonining kamayishi, monitoringning o'zgarishi yoki suvdan foydalanish hajmining qisqarishi kabi omillar bilan izohlangan. Shuning uchun ekologik siyosat samaradorligini baholashda faqat chiqindi yoki tashlama hajmining kamayishini emas, balki kamayish sabablarini ham hisobga olish zarur.

Ekologik zarar va oldini olingan ekologik zarar tushunchalarini farqlash ham muhimdir. Oldini olingan zarar tabiatni muhofaza qilish tadbirlari natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan salbiy oqibatlarining kamayishini iqtisodiy ifodalashga xizmat qiladi. Amaliy boshqaruvda bu yondashuv ekologik dasturlarning samaradorligini faqat sarflangan mablag' bilan emas, balki oldi olingan ekologik zarar miqdori bilan ham baholash imkonini beradi. Bunday baholash ekologik investitsiyalarni ustuvor yo'nalishlarga yo'naltirish uchun qo'shimcha mezon bo'la oladi.

XULOSA

Yangi umumlashtirilgan tadqiqot ekologik zarar, ekologik to'lovlar va barqaror rivojlanish siyosatini yagona ekologik-iqtisodiy tizim sifatida ko'rib chiqish zarurligini ko'rsatdi. Ekologik zarar atmosfera havosi, suv resurslari, yer va chiqindilar kabi turli komponentlarda namoyon bo'lib, uning iqtisodiy qiymati bevosita va bilvosita yo'qotishlarni qamrab olishi mumkin.

Manbalardagi 2006-yil ma'lumotlari bo'yicha yiriklashtirilgan ekologik zarar 291,478 mlrd so'mga, salbiy ta'sir uchun to'lov 12,377 mlrd so'mga va ekologik muhofazaga yo'naltirilgan investitsiyalar 68,2 mlrd so'mga baholangan. Ushbu qiymatlar ekologik zarar bilan uni qoplash va kamaytirishga yo'naltirilgan iqtisodiy resurslar o'rtasidagi tafovutni ko'rsatadi. Shu sababli ekologik to'lovlar ekologik natijalarni baholashning yagona mezoni bo'la olmaydi.

Barqaror rivojlanish uchun ekologik siyosatni uchta o'zaro bog'liq yo'nalishda takomillashtirish muhim: real ekologik yuklamani muntazam monitoring qilish, ekologik zarar va oldini olingan zararni iqtisodiy baholash hamda investitsiyalarni resurs tejamkor va ekologik samarador texnologiyalarga yo'naltirish. Atmosfera, suv va chiqindilar bo'yicha alohida ko'rsatkichlarning yagona monitoring tizimiga birlashtirilishi hududiy qarorlarning asoslanganligini oshiradi.

Shunday qilib, ekologik siyosatning iqtisodiy mexanizmlari ekologik nazorat, ilmiy asoslangan baholash, texnologik modernizatsiya va jamoatchilikning ekologik xabardorligi bilan uyg'unlashgandagina barqaror rivojlanish maqsadlariga xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Костылева Н.В., Микишева В.И., Сорокина Т.В. Экологический ущерб: вопросы, вопросы. Экологическая безопасность и природопользование.

[2] Мкртычян Г.М., Тагаева Т.О. Экологическая политика: на пути к устойчивому развитию. ЭКО. 2012. № 7.

[3] Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. Москва, 1999.

[4] Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Москва, 1999.

[5] Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году.

[6] Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Москва, 2007.

EKOLOGIK MUAMMOLAR VA ULARNING KELIB CHIQISH SABABLARINI RAQAMLI TEXNOLOGIYADAN ASOSIDA O'RGANISH

Kuttibekova Guljan Tulepbayevna

A.Qodiriy nomidagi Jizzax davlat pedagogika universiteti, Jizzax, O'zbekiston

e-mail: kuttibekova80@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada ekologiya, atrof-muhit bilan bog'liq muammolar, ularning kelib chiqishiga sabab bo'layotgan omillar tahlil qilingan. Bundan tashqari ushbu omillarni bartaraf etish bo'yicha ma'lum tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: tabiat, atrof-mihit, muammo, zarar, jamiyat, atrof-muhit, hayot, resurs

Аннотация: В данной статье анализируются экология, экологические проблемы и факторы, вызывающие их возникновение. Кроме того, даются определенные рекомендации по устранению этих факторов

Ключевые слова: природа, окружающая среда, проблема, ущерб, общество, окружающая среда, жизнь, ресурс

Abstract: This article analyzes ecology, environmental problems and the factors causing their occurrence. In addition, certain recommendations are given to eliminate these factors.

Key words: nature, environment, problem, damage, society, environment, life, resource

KIRISH

Fan texnika inqilobi jamiyat va tabiatning o'zaro munosabatida sifat jixatidan yangi bosqichni boshlab berdi. Bu bosqich tabiiy boyliklarni o'zlashtirish g'oyat zarurligi sayyoramizdagi mavjud resurslardan misli ko'rilmagan darajada foydalanish bilan tavsiflanadi. Fan texnika inqilobi ilgari ma'lum bo'lmagan texnik va texnologik vositalarni yuzaga keltirdi. Inson fan va texnika inqilobi natijasida tabiatga munosabat borasidagi erkinlikda yangi bosqichga ko'tarildi, natijada u o'ziga ilgari buysunmagan ko'pgina kuchlarni jilovlab oldi. Fan texnikaning shiddatli taraqqiyoti hozirgi vaqtda insonning tabiatga ta'sir ko'rsatishi doirasi va mikeslarining kengayganligi shunga olib keldiki, antropogen omillarning ta'sirida tabiiy muhitda o'zgarishlar ro'y bermoqda. Bunday o'zgarishlar esa hayotning moddiy asoslarini qo'pormoqda. Insonni o'rab olgan atrof-muhitni, jamiyat hayot faoliyati uchun yaroqsiz holatga aylantirmoqda, sayyoramizning o'lib borish xavfini tu g'dirmoqda. Hayot kechirish vositalarini saqlab qolish muammosi; Asr mavzusiga aylanib, jahon jamoatchiligi diqqat markazida turibdi. Ishlab chiqarish jarayonlari oqibatida muhitning ifloslanishi kelgusi avlodlar uchun mutloqo ochiq-ko'rinib turgan xavf bo'libgina qolmay, balki u hozirning o'zida ham ijtimoiy halokat yoqasiga kelib qoldi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Fan texnika inqilobi atrofimizni o'rab turgan tabiatga ijtimoiy ta'sirning kuchayishi tabiatning jamiyatga ta'siri kuchayishiga olib kelganligini yaqqol ko'rsatmoqda. Ishlab chiqarish jarayonlarining ro'y berayotgan jadallashuvi xalq xo'jaligiga tobora o'sib boruvchi miqdorlarda tabiat boyliklarini jalb qilishni taqozo etadi. Bu bilan jamiyatning tabiatga bevosita qaramligini ham kuchaytiradi. Hozirgi fan texnika inqilobi davrida insonning tabiat boyliklaridan foydalanish imkoniyatlari g'oyat kengayadi. Shu bilan birga sanoat ishlab chiqarishning tabiatga va atrof muhitga xavfli zararli tasiri ancha ortadi. Keyingi 100 yilda insoniyat energetika boyliklarini ming barobar ko'paytirdi. Bu esa unga tabiatga jiddiy va oqibatlar uzoqqa cho'ziladigan tasir o'tkazish imkonini beradi.

Fan texnika inqilobi davomida bu ko'rsatkichlar yana o'sib boradi. Rivojlangan mamlakatlarda tovarlar va xizmatlarning umumiy hajmi endilikda har 15 yilda 2 barobarga ortmoqda. Shunga muvofiq ravishda atmosferani, suv havzalarini, tuproqni bulg'ovchi xo'jalik faoliyati chiqindilari miqdori ham 2 barobar ko'paymoqda. Ishlab chiqarish tabiatdan 100 shartli birlikni oladi, lekin 3-4 qismidan foydalanadi xolos, qolgani esa ifloslangan modda va chiqindilar ko'rinishida atrof-muhitga chiqarib tashlanadi. Fan texnika inqilobi shunga olib keldiki, birinchidan biosferaning xarakat qilish jarayonlari jadallashadi, ikkinchidan biosferaning materiya va energiya yangi ko'rinishlari joriy qilinadiki, ular tabiatda tabiiy ko'rinishda bo'lmaydi: uchinchi tabiat kuchlari va qonuniyatlari tobora yangi yo'nalishlari harakatga ega bo'lib boradi. Jamiyatning tabiat bilan munosabatlaridagi uyg'unlashuv talablari insoniyat oldiga yangi-yangi muammolarni qo'yaversa, bora-bora muammolar ham ko'ndalang bo'ladi. Hozir atrof muhitga ta'sir o'tkazishning asosiy yo'nalishlari - bu ilmiy texnika taraqqiyotini industrilashtirish va sanoatning yuqori sur'atlarda o'sishi, moddiy iste'molning yuqori darajadali deb xisoblanmoqda. Ijtimoiy guruhda odamlar birligi tarixiy shakllari oila, ishlab chiqarish jamoasi, kasbkorlar guruhi, millat, davlat, ijtimoiy-iqtisodiy formatsiya turli darajalarda aloqalar va munosabatlarning ijtimoiy tizimini chuqur urganmasdan inson ekologiyasini tushunib bo'lmaydi. Ekologik vaziyat turli ijtimoiy-iqtisodiy formatsiyalarda jamiyat va tabiatning o'zaro ta'siri aniq shakllarining rivojlanish darajasiga bevosita bog'liqdir. Organizm bilan atrof-muhit o'rtasidagi munosabat moslashuv negizida ro'y beradi. I.P.Pavlovning fikricha, jonot eng umumiy tavsifi shundan iboratki u o'zining muayyan o'ziga xos faoliyati bilan nafaqat tashqi kuzatuvchilarga balki shuningdek alohida davrida aloqada bo'lgan boshqa ya'ni jonli mavjudot moslashish qobiliyatiga ega bo'ladi. Bu xususiyat turli tarzda namoyon bo'ladi, unga faqat tor ma'noda qaramaslik kerak. Hayvonot turlarining katta guruxi ob-havo sharoitlariga ham sust va faol moslashadi. Shu nuqtai nazardan moslashuv shunday jarayondirki, u ham organizmlarga ham uni o'rab turgan atrof muhitga ta'aluqlidir. Insoniyat jamiyati o'zining butun tarixi davomida atrof muhit bilan uzliksiz-munosabatda bo'ladi. Bunda u atrof muhitga muttasil moslashib boradi. Lekin bu moslashuv faol xarakterga ega bo'ladi. O'z atrofidagi muhitni va turmush tarzini asta-sekin takomillashtira borish insonning moslashuvida ayni faol shakl hisoblanadi. Inson atrof muhitga o'z ta'sirini mehnat orqali amalga oshiradi. Boshqa jonli organizmlardan farqli o'laroq, ayni ishlab chiqarish tabiatni o'zgartiruvchanlik faoliyati o'ziga xos va insonga xos faoliyatidir. Inson o'z atrofidagi muhitni shakllantiradi. Tabiat va inson jonli mavjudotlarni tashkil etadi. Jamiyat tabiatdan tashqari o'zining noorganik jismida yashay olmaydi. Xorijiy ijtimoiy amaliyotchilar, ijtimoiy gigienachilar fan texnika taraqqiyotining insoniyat taqdiriga ta'sirini baholab, fan va texnika o'z-o'zidan insoniyatni elektron jannatga olib keladi, deb xisoblaydilar. Unda hozirgi zamonning barcha

ziddiyatlari bartaraf etiladi, odamlar va maorif rivoji ta'siri ostida eng oliy axloqiy sifatlarga ega bo'ladilar.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Keyingi vaqtda yangi texnikaning umumiy tez rivojlanishi bilan birga xavfsizlikni ta'minlashda ham sezilarli siljish kuzatilmoqda. Ammo hayotning barcha jabhalari jadal texnikalashayotgani, texnikaviy uskunalar sonining keskin ko'payishi, ular hayoti tabiiy sharoitlarini uning sog'lig'i va hayotini muhofaza qilishning samarali chegaralari jiddiy ravishda keskinlashmoqda. Bu ziddiyat o'z manbasiga ko'ra ishlab chiqarish munosabatlari xarakteri bilan bog'liq emas va texnikani keng qo'llaydigan har bir jamiyatda paydo bulaveradi. Ammo ishlab chiqarish munosabatlari xarakteri bu ziddiyatlarni hal etishning shakl va usullariga o'z ta'sirini ko'rsatadi. o'tmishdan xulosa chiqarib, ilmiy texnikaviy va muxandislik loyihalarini chinakamiga va ulkan miqyoslarga ijtimoiy ekspertiza qilishni yo'lga qo'yish zarur. Bu ishga keng jamoatchilikni jalb etish lozim. Ana shunda loyihalarni nazoratsiz ishlab chiqish va ularni amalga oshirish oqibatida ro'y berishi mumkin bo'lgan ekologik va boshqa qusurlarni juda kamaytirish va qolaversa to'la yo'q qilish mumkin. Ekologiya va tabiatni muhofaza qilish muammolari jiddiy tus olgan hozirgi davrda tabiat va jamiyat urtasidagi munosabatlarni muvozanatga keltirish asosiy vazifalardan xisoblanadi. Tabiat, inson va jamiyat o'rtasidagi o'zaro aloqadorlik muammosi asosiy masalalardan biridir. Tabiat jamiyatning yashash muhiti, uning moddiy va ma'naviy ehtiyojlarini qondirish manbai hisoblanadi. Jamiyat tabiat rivojlanishining oliy bosqichi bo'lib, alohida ijtimoiy mazmunga ega. Tabiat va jamiyat o'zaro uzviy boglangan bir butun materiyaning ikki qismi, o'ziga xos ijtimoiy ekosistema hisoblanadi. Tabiat va jamiyatning o'zaro aloqadorlik tizimida inson markaziy o'rin egallaydi. Inson bir vaqtning o'zida ham tabiat ham jamiyatning ajralmas qismi bo'lib, ijtimoiy-biologik mohiyatga ega. Modda va energiya almashinuvi tabiat mavjudligining asosidir. Materiya xarakatning yuqori shakli bo'lgan jamiyat tabiatning alohida qismi sifatida yashaydi va rivojlanadi. Jamiyat rivojlanishining turli bosqichlarida uning tabiatga bo'lgan munosabati ham o'zgarib borgan. Ibtidoiy jamoa tuzumida insoniyat tabiatga sezilarli ta'sir o'tkazmagan. quldorlik tuzumida dehqonchilik va chorvachilikning vujudga kelishi tabiatga ta'sirning kuchayishiga sabab bo'lgan. Atrof muhitning zararli chiqindilar bilan ifloslanishi muammosi kelib chiqdi. Tabiat va jamiyat o'rtasida o'ziga xos antropogen modda va energiya almashinuvi vujudga keldi. Antropogen modda almashinuvi yani xom ashyolarini tabiatdan oshig'i bilan olinishi va zararli chiqindi xolida atrof muhitga tashlanishi tabiat va jamiyat o'rtasidagi azaliy muvozanatning buzilishiga sabab bo'ldi. Tabiat va jamiyat munosabatlarining rivojlanishida biogen, antropogen va texnogen (noogen) bosqichlar ajratiladi. Yer yuzida ekologik tang vaziyatli hududlarning keskin ko'payishi ekologik inqiroz xavfining real ekanligini ko'rsatadi. Agar keyingi 30-40 yil ichida ekologik muammolarni hal qilish uchun barcha zarur chora tadbirlar ko'rilmasa, ekologik inqiroz muqarrar bo'lib qolishi mumkin. Tabiat va jamiyatning o'zaro mutanosib rivojlanishi koevolyutsiya deb ataladi. Bu rivojlanish suratlari o'zaro mos kelmasa inqirozga olib keladi. Jamiyatning tabiatga ta'sirini meyorga solib turish lozimdir. Ekologiya deganda organizmlarning o'zaro va muhit bilan aloqadorligini o'rganadigan biologik fan tushuniladi. Tabiatni muhofaza qilish deganda barcha avlodlarning ehtiyojlarini hisobga olgan xolda tabiiy boyliklardan oqilona foydalanish va atrof muhitni mussafo xolida saqlashga qaratilgan, ilmiy asosda amalga oshiriladigan mahalliy, davlat va xalqaro tadbirlar majmuasi tushuniladi. Tabiatni muhofaza qilish deganda kompleks fan ham nazarda tutiladi.

XULOSA

Demak, ekologiya va tabiatni muhofaza qilish tushunchalari alohida mazmun va maqsadga ega bo'lgan tushunchalardir. Ekologik muammo deganda insonning tabiatga ko'rsatayotgan ta'siri bilan bog'liq xolda tabiatning insonga aks ta'siri, ya'ni uning iqtisodiyotida, hayotda xo'jalik ahamiyatiga molik bo'lgan jarayonlar, tabiiy xodisalar bilan bog'liq bo'lgan har qanday xodisa tushuniladi. Biz tabiatsiz yashay olmaymiz, shunday ekan biz barchamiz tabiatni asrab avaylashimiz, uning har-bir qarich yerini ko'z qorachig'iday asrashimiz, tabiat boyliklaridan oqilona foydalanishimiz, har-bir tomchi suvni tejab ishlatishimiz, tabiat haqida doimo g'amxo'rlik qilishimiz lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. M.I.Nuriddinova "Tabiatshunoslikni o'qitish metodikasi". - T.: 2005.
- [2]. D.Sharipova, D.P.Xodiyeva, M.K.Shirinov. Tabiatshunoslik va uni o'qitish metodikasi. -Toshkent. 2018 yil
- [3]. A.Baxromov. Tabiatshunoslik. 4-sinf Umumiy o'rta ta'lim maktablari uchun darslik. -T:Sharq. NMIU. 2020.
- [4]. Sangirova Z.B. va boshqalar. Tabiiy fanlar. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 3-sinfi uchun darslik. -Toshkent- 2022. 136 b.
- [5]. Suyarov K.T. va boshqalar. Tabiiy fanlar. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 2-sinfi uchun darslik. -Toshkent- 2021. 120 b.
- [6]. Suyarov K.T. va boshqalar. Tabiiy fanlar. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 1-sinfi uchun darslik. -Toshkent- 2021. 88 b.
- [7]. Suyarov K.T. va boshqalar. Tabiiy fanlar. 2-sinf o'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. -Toshkent- 2021. 112 b.

SUV RESURLARINI MUHOFAZA QILISH

Raxmanov Sharifjon Valijonovich

Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

e-mail: raxmanovsharif10@gmail.com)

Annotatsiya. Ushbu maqolada suv resurslarining inson hayoti, iqtisodiyot va tabiiy ekotizimlar uchun ahamiyati, suv resurslaridan oqilona foydalanish hamda ularni ifloslanishdan muhofaza qilish masalalari yoritilgan. Suv tanqisligi, suv havzalarining sanoat, qishloq xo'jaligi va maishiy oqova suvlar bilan ifloslanishi, iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'siri tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: suv resurslari, suv tanqisligi, suv havzalari, oqova suvlar, suvni muhofaza qilish, suvni tejash, ekologik monitoring, suv sifati, iqlim o'zgarishi, barqaror rivojlanish.

Аннотация. В данной статье рассматривается важность водных ресурсов для жизни человека, экономики и природных экосистем, рациональное использование водных ресурсов и их защита от загрязнения. Анализируются такие проблемы, как дефицит воды, загрязнение водоемов промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми сточными водами, а также влияние изменения климата на водные ресурсы.

Ключевые слова: водные ресурсы, дефицит воды, водные объекты, сточные воды, защита водных ресурсов, водосбережение, экологический мониторинг, качество воды, изменение климата, устойчивое развитие.

Abstract. This article examines the importance of water resources for human life, the economy, and natural ecosystems, as well as the rational use of water resources and their protection against pollution. It analyzes issues such as water scarcity, the pollution of water bodies by industrial, agricultural, and domestic wastewater, and the impact of climate change on water resources.

Keywords: water resources, water scarcity, water bodies, wastewater, water resource protection, water conservation, environmental monitoring, water quality, climate change, sustainable development.

KIRISH

Suv tabiatdagi eng muhim tabiiy resurslardan biri bo'lib, barcha tirik organizmlarning hayot faoliyati uchun zarur hisoblanadi. Inson salomatligi, qishloq xo'jaligi, sanoat, energetika, transport va boshqa ko'plab sohalarning rivojlanishi suv resurslari bilan bevosita bog'liq. Shu sababli suvni muhofaza qilish va undan oqilona foydalanish ekologik xavfsizlik hamda barqaror rivojlanishning muhim shartlaridan biridir. Bugungi kunda dunyoning ko'plab hududlarida suv resurslariga bo'lgan talab ortib bormoqda. Aholi sonining ko'payishi, urbanizatsiya, sanoatning rivojlanishi, qishloq xo'jaligida suvga bo'lgan ehtiyojning yuqoriligi va iqlim o'zgarishi suv resurslariga bosimni kuchaytirmoqda. Suv miqdorining kamayishi bilan bir qatorda uning sifatining yomonlashuvi ham jiddiy ekologik muammo hisoblanadi. Sanoat korxonalaridan chiqariladigan oqova suvlar, qishloq xo'jaligida ishlatiladigan mineral o'g'itlar va pestitsidlar, maishiy chiqindilar hamda yetarlicha tozalanmagan oqova suvlar daryo, kanal, ko'l va yer osti suvlarining ifloslanishiga sabab bo'lishi mumkin. O'zbekiston sharoitida suv resurslarini muhofaza qilish alohida ahamiyatga ega. Mamlakat iqtisodiyotida qishloq xo'jaligining muhim o'rin tutishi, suv resurslarining hududlar bo'yicha notekis taqsimlanganligi va iqlim sharoitining qurg'oqchilligi suvdan samarali foydalanishni talab etadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

1. Suv resurslarining ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy ahamiyati Suv resurslariga daryolar, ko'llar, suv omborlari, kanallar, muzliklar, yer osti suvlari va boshqa tabiiy hamda sun'iy suv manbalari kiradi. Ular tabiiy ekotizimlarning faoliyatida muhim o'rin egallaydi.

Suvning asosiy ekologik vazifalaridan biri tirik organizmlarning yashash muhitini ta'minlashdir. Daryo va ko'llar ko'plab baliqlar, suv qushlari, o'simliklar va mikroorganizmlar uchun yashash makoni hisoblanadi. Suv ekotizimlarining buzilishi biologik xilma-xillikning kamayishiga olib kelishi mumkin. Qishloq xo'jaligida suv asosiy ishlab chiqarish omillaridan biridir. Ekinlarni sug'orish, chorvachilik va boshqa agrotexnik jarayonlarda suvdan foydalaniladi. Shu sababli sug'orish tizimlarida suv yo'qotishlarini kamaytirish, suvni tejovchi texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyatga ega. Sanoatda ham suvdan keng foydalaniladi. Suv texnologik jarayonlarda, uskunalarni sovitishda, mahsulot ishlab chiqarishda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Sanoat korxonalarida suvdan foydalanish samaradorligini oshirish va suvni qayta ishlatish tizimlarini rivojlantirish tabiiy suv resurslariga tushadigan yuklamani kamaytiradi.

Aholining ichimlik suvi bilan ta'minlanishi esa inson salomatligining muhim shartidir. Sifatli ichimlik suvining yetishmasligi turli sanitariya-gigiyena muammolarini keltirib chiqarishi mumkin.

2. Suv resurslarining ifloslanish manbalari Suv resurslarining ifloslanishi tabiiy va antropogen omillar ta'sirida yuzaga keladi. Tabiiy ifloslanishga tuproq eroziyasi, tog' jinslarining yemirilishi va ayrim tabiiy geokimyoviy jarayonlar sabab bo'lishi mumkin. Biroq zamonaviy sharoitda suv sifatining yomonlashuvida inson faoliyatining ta'siri katta.

Sanoat oqova suvlari suv havzalarini ifloslantiruvchi asosiy manbalardan biri hisoblanadi. Ayrim ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo'ladigan kimyoviy moddalar, og'ir metallar, neft mahsulotlari va boshqa ifloslantiruvchi komponentlar yetarlicha tozalanmagan holda suv havzalariga tushsa, suv ekotizimlariga zarar yetkazishi mumkin. Qishloq xo'jaligida mineral o'g'itlar va pestitsidlardan me'yoridan ortiq foydalanish ham suv sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yomg'ir yoki sug'orish suvlari orqali azot va fosfor birikmalari suv havzalariga tushishi mumkin. Bu jarayon suv havzalarida biologik muvozanatning buzilishiga sabab bo'ladi. Maishiy oqova suvlar ham suv resurslariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kanalizatsiya tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi yoki oqova suvlarni tozalash inshootlarining samaradorligi past bo'lishi suv havzalarining ifloslanish xavfini oshiradi. Bundan tashqari, qattiq maishiy chiqindilarni suv havzalariga tashlash, daryo va kanallar qirg'oqlarida chiqindilar to'planishi ham suvning ekologik holatini yomonlashtiradi.

3. Suv resurslarini muhofaza qilish chora-tadbirlari Suv resurslarini muhofaza qilish kompleks yondashuvni talab qiladi. Bunda huquqiy, tashkiliy, texnologik, iqtisodiy va ekologik mexanizmlardan birgalikda foydalanish zarur. Birinchi navbatda, suvdan oqilona foydalanish tamoyillarini amaliyotga keng joriy etish kerak. Suvni behuda sarflashni kamaytirish, suv hisobini yuritish va suv sarfini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Qishloq xo'jaligida tomchilatib sug'orish, yomg'irlatib sug'orish va boshqa suv tejovchi texnologiyalardan foydalanish suv sarfini kamaytirishga yordam beradi. Sug'orish kanallarini betonlash yoki zamonaviy gidrotexnik qoplamalardan foydalanish orqali filtratsiya natijasidagi suv yo'qotishlarini kamaytirish mumkin. Sanoat korxonalarida yopiq suv aylanish tizimlarini joriy etish muhim yo'nalishlardan biridir. Bunday tizimlarda foydalanilgan suv tozalanib, qayta ishlab chiqarish jarayoniga qaytariladi. Natijada yangi suv olish hajmi ham, oqova suv miqdori ham kamayadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Oqova suvlarni tozalash inshootlarini modernizatsiya qilish suv havzalarini muhofaza qilishning asosiy shartlaridan biridir. Mexanik, biologik va zarur hollarda fizik-kimyoviy tozalash usullaridan foydalanish oqova suv tarkibidagi ifloslantiruvchi moddalarni kamaytirish imkonini beradi.

Suv havzalari atrofida muhofaza zonalarini tashkil etish ham samarali choralardan hisoblanadi. Bunday hududlarda suvni ifloslantirishi mumkin bo'lgan faoliyat turlarini cheklash yoki tartibga solish orqali suvning tabiiy sifatini saqlash mumkin.

4. Suv resurslarini ekologik monitoring qilish Suv resurslarini samarali muhofaza qilish uchun doimiy ekologik monitoring tizimini tashkil etish zarur. Monitoring orqali suvning fizik, kimyoviy va biologik ko'rsatkichlari muntazam kuzatib boriladi. Suv sifatini baholashda harorat, loyqalik, mineralizatsiya, pH, erigan kislorod, biologik va kimyoviy kislorodga bo'lgan ehtiyoj, azot va fosfor birikmalari, neft mahsulotlari hamda boshqa ifloslantiruvchi moddalar miqdori hisobga olinishi mumkin. Zamonaviy texnologiyalar, jumladan GIS va masofadan zondlash vositalari suv resurslarini monitoring qilish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ushbu texnologiyalar orqali suv havzalarining holatini hududiy jihatdan tahlil qilish, suv sathidagi o'zgarishlarni kuzatish va ekologik xavfli hududlarni aniqlash mumkin. Monitoring natijalari asosida suv resurslarini boshqarish

bo'yicha tegishli qarorlar qabul qilinadi. Shu sababli monitoring ma'lumotlarining aniqligi, muntazamligi va ochiqqligi suv siyosatining samaradorligini oshiradi.

5. Iqlim o'zgarishi va suv resurslari Iqlim o'zgarishi suv resurslarining miqdori va sifatiga ta'sir qiluvchi muhim omillardan biridir. Haroratning oshishi bug'lanish jarayonlarini kuchaytirishi, qurg'oqchilik davrlarining davomiyligi va suvga bo'lgan talabning ortishiga olib kelishi mumkin. Muzliklar va qor zaxiralarining o'zgarishi daryolarning suv rejimiga ta'sir ko'rsatadi. Bu esa qishloq xo'jaligi, energetika va aholini suv bilan ta'minlash masalalariga bevosita ta'sir qilishi mumkin. Iqlim o'zgarishi sharoitida suv resurslarini boshqarishda moslashuvchan yondashuv zarur. Suvni tejash, suv omborlarini samarali boshqarish, suvdan foydalanish samaradorligini oshirish, qurg'oqchilikka chidamli ekinlarni joriy etish va suv infratuzilmasini modernizatsiya qilish muhim choralar hisoblanadi.

6. O'zbekistonda suv resurslarini muhofaza qilishning ustuvor yo'nalishlari

O'zbekistonda suv resurslarining katta qismi qishloq xo'jaligi ehtiyojlariga sarflanishi sababli ushbu sohada suvdan foydalanish samaradorligini oshirish alohida ahamiyatga ega. Kelgusida suv tejovchi texnologiyalarni yanada kengaytirish, suv xo'jaligi infratuzilmasini modernizatsiya qilish, suv hisobini raqamlashtirish va suv yo'qotishlarini kamaytirish muhim vazifalardan bo'lib qoladi. Shuningdek, suv havzalarini ifloslanishdan himoya qilish, oqova suvlarni tozalash inshootlarini rekonstruksiya qilish va sanoat korxonalarida ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etish zarur. Aholining suvdan foydalanish madaniyatini oshirish ham muhimdir. Suvni tejash, uni ifloslantirmaslik va suv havzalarini muhofaza qilish bo'yicha ekologik targ'ibot ishlarini kuchaytirish ijobiy natija beradi.

XULOSA

Suv resurslari insoniyat va barcha ekotizimlar hayoti uchun strategik ahamiyatga ega bo'lgan tabiiy boylikdir. Suvning miqdoriy jihatdan kamayishi va sifatining yomonlashuvi ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Suv resurslarini muhofaza qilish uchun suvdan oqilona foydalanish, suvni tejovchi texnologiyalarni joriy etish, oqova suvlarni samarali tozalash, sanoat korxonalarida yopiq suv aylanish tizimlarini rivojlantirish va suv havzalarini muntazam monitoring qilish zarur. O'zbekistonda suv resurslarini muhofaza qilish qishloq xo'jaligi, sanoat, kommunal xo'jalik va ekologiya sohalaridagi chora-tadbirlarning o'zaro uyg'unligini talab qiladi. Ayniqsa, iqlim o'zgarishi sharoitida suvdan foydalanish samaradorligini oshirish va suv xavfsizligini ta'minlash dolzarb vazifadir. Suv resurslarini asrash nafaqat bugungi avlod, balki kelajak avlodlar oldidagi mas'uliyatdir. Har bir inson, korxona va tashkilot suvdan oqilona foydalanish va uni ifloslanishdan himoya qilishga o'z hissasini qo'shishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. O'zbekiston Respublikasining "Suv va suvdan foydalanish to'g'risida"gi Qonuni.
- [2]. O'zbekiston Respublikasining ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilishga oid normativ-huquqiy hujjatlari.
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi sohasiga oid me'yoriy hujjatlar.
- [4]. To'xtayev A.S. Ekologiya. – Toshkent.
- [5]. Odum E.P. Fundamentals of ecology (3rd ed.). W. B. Saunders Company.

AKTAO KONIDAN OLINGAN YONUUVCHI SLANETSNING MINERALOGIK-KIMYOVIY TARKIBINI SEM-EDS VA FTIR USULLARI BILAN TADQIQ ETISH

Xasanov Azamat Sobirjonovich¹, Adizov Bobirjon Zamirovich¹,
Eshmetov Rasul Jumaniyazovich²

Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent, O'zbekiston

² Ma'mun Universiteti, Xorazm, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada O'zbekistonning Aktao konidan olingan yonuvchi slanets namunasining mineralogik va kimyoviy tarkibi zamonaviy analitik usullar — skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM-EDS) va infraqizil Fure-spektrometriya (FTIR) yordamida o'rganildi. SEM-EDS tahlili natijasida namunada uglerod (21,04%), kislorod (44,99%), kremniy (14,20%), kalsiy (5,10%), alyuminiy (4,52%) va temir (3,32%) ustunlik qilishi aniqlandi, bu esa kvarts, alyumosilikat, karbonat va temir birikmalaridan iborat mineral asos hamda kerogen tarkibli organik qismning mavjudligidan dalolat beradi. FTIR spektrida 3627 sm^{-1} (–OH, –NH guruhleri), 2926 sm^{-1} (alifatik C–H bog'lari), 1636 sm^{-1} (C=O guruhleri) va $1012, 874, 798, 695, 519, 458\text{ sm}^{-1}$ (Si–O–Si va Si–O tebranishlari) sohalaridagi cho'qqilar aniqlandi, bu namunaning ham organik (kerogen), ham silikat-karbonat mineral tarkibga ega ekanligini tasdiqladi. Olingan natijalar mahalliy yonuvchi slanets resurslarini import o'rnini bosuvchi xomashyo sifatida qayta ishlash va undan sorbent materiallar olish istiqbollarini asoslaydi.

Kalit so'zlar: yoqilg'i slanetsi, kerogen, SEM-EDS, FTIR, mineral tarkib, Aktao koni.

Аннотация. В статье с использованием современных аналитических методов — сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом (SEM-EDS) и инфракрасной Фурье-спектрометрии (FTIR) — изучен минералогический и химический состав пробы горючего сланца месторождения Актау (Узбекистан). По данным SEM-EDS в образце преобладают углерод (21,04%), кислород (44,99%), кремний (14,20%), кальций (5,10%), алюминий (4,52%) и железо (3,32%), что свидетельствует о наличии кварцевой, алюмосиликатной, карбонатной и железистой минеральной основы, а также органической (керогеновой) составляющей. В спектре FTIR выявлены полосы поглощения 3627 см^{-1} (–OH, –NH), 2926 см^{-1} (алифатические C–H связи), 1636 см^{-1} (карбонильные группы C=O) и полосы $1012, 874, 798, 695, 519, 458\text{ см}^{-1}$, отвечающие силикатным Si–O–Si и Si–O связям, что подтверждает одновременное присутствие органической (керогеновой) и силикатно-карбонатной минеральной составляющих. Полученные результаты обосновывают перспективность переработки местных ресурсов горючих сланцев в качестве импортозамещающего сырья для получения сорбционных материалов.

Ключевые слова: топливный сланец, кероген, SEM-EDS, FTIR, минеральный состав, месторождение Актау.

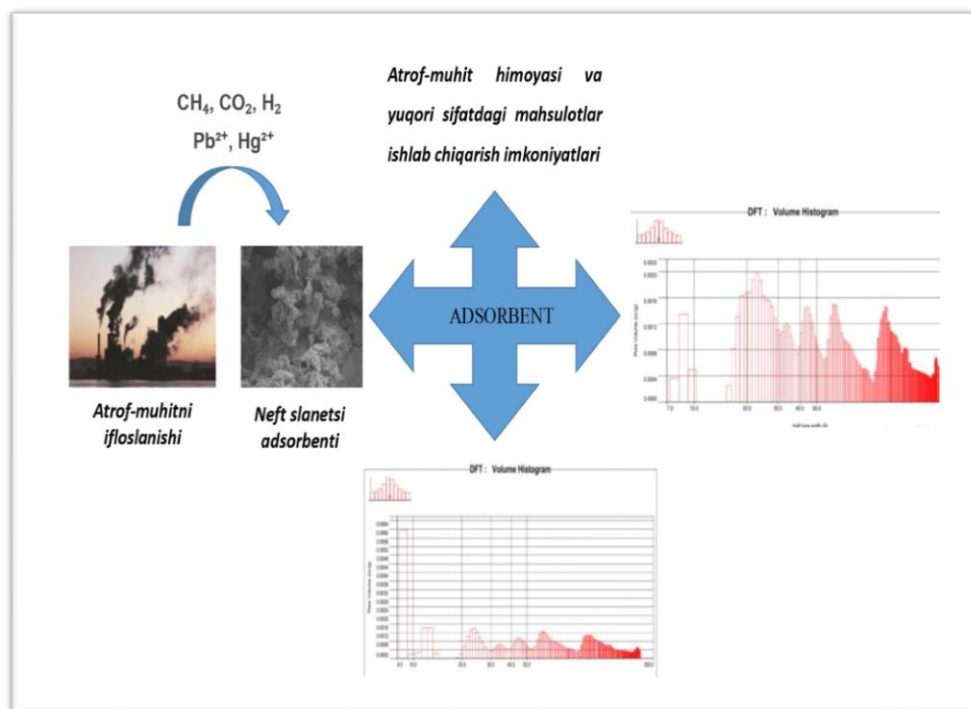
Abstract. This paper reports the mineralogical and chemical characterization of an oil shale sample from the Aktau deposit (Uzbekistan) using scanning electron microscopy with energy-dispersive spectroscopy (SEM-EDS) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). SEM-EDS analysis showed the sample to be dominated by carbon (21.04%), oxygen (44.99%), silicon (14.20%), calcium (5.10%), aluminum (4.52%) and iron (3.32%), indicating a mineral matrix composed of

quartz, aluminosilicates, carbonates and iron compounds together with a kerogen-bearing organic fraction. FTIR spectra revealed absorption bands at 3627 cm^{-1} ($-\text{OH}$, $-\text{NH}$ groups), 2926 cm^{-1} (aliphatic $\text{C}-\text{H}$ bonds), 1636 cm^{-1} (carbonyl $\text{C}=\text{O}$ groups) and bands at 1012 , 874 , 798 , 695 , 519 and 458 cm^{-1} associated with $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ and $\text{Si}-\text{O}$ vibrations, confirming the coexistence of an organic (kerogen) component with a silicate-carbonate mineral base. These findings support the potential of local oil shale resources as an import-substituting raw material for the production of sorbent materials.

Keywords: oil shale, kerogen, SEM-EDS, FTIR, mineral composition, Aktau deposit.

KIRISH

An'anaviy uglevodorod zaxiralarining kamayib borishi va sanoat ehtiyojlarining ortishi muqobil xomashyo manbalaridan, jumladan yonuvchi slanetslardan, samarali foydalanishni taqozo etmoqda. O'zbekiston hududida, xususan Navoiy viloyatining Aktau konida, sanoat ahamiyatiga ega yonuvchi slanets zaxiralari mavjud bo'lib, ularning mineralogik va kimyoviy tarkibini chuqur o'rganish mahalliy xomashyoni energetika hamda kimyo sanoatida, jumladan sorbent materiallar ishlab chiqarishda qo'llash imkoniyatlarini asoslash uchun zarurdir. Ushbu maqolada O'zbekiston hududida joylashgan neft slanetsi konlaridan foydalanish istiqbollari, ularni zamonaviy texnologiyalar yordamida qayta ishlash imkoniyatlari va ekologik xavfsizlik masalalari tahlil qilingan. (1-rasm) Neft slanetsi resurslaridan samarali foydalanish orqali energiya mustaqilligini ta'minlash, yuqori qiymatli mahsulotlar olish va sanoat chiqindilarini kamaytirish mumkinligi ko'rsatib berilgan.

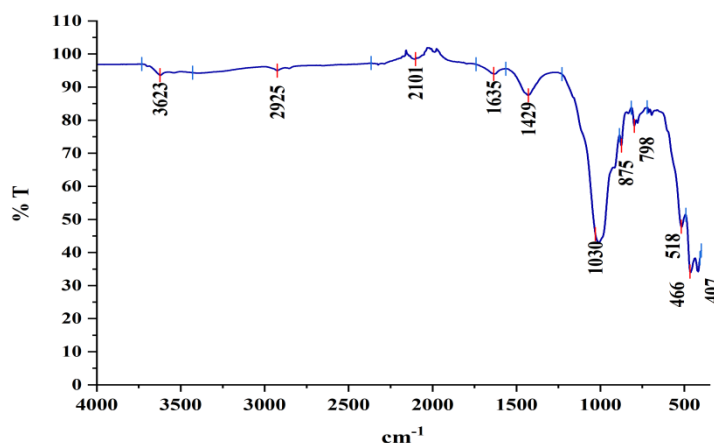


1-rasm. Yuqori samarali maxsulotlar ishlab chiqarish imkoniyatlari

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot obyekti sifatida Aktau konining 26–30 metr chuqurligidan olingan yonuvchi slanets namunasi tanlandi. Namuna dastlab 2 mikrometr va undan kichik o'lchamgacha maydalandi. Element tarkibi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM-EDS, SED rejimi, 5 kV, WD 15,3 mm) yordamida,

funksional guruhlar va mineral fazalar esa Spectrum Two (Perkin Elmer) IQ-Fure spektrometrida aniqlandi.



2-rasm. Aktao konidan olingan namunani IQ-Fure spektrometri tahlili

NATIJAR VA MUHOKAMA

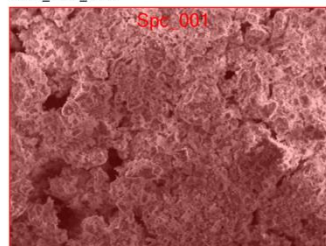
SEM-EDS tahlili natijasida namunada kislorod (44,99%) va uglerod (21,04%) ustun element ekanligi, bundan tashqari kremniy (14,20%), kalsiy (5,10%), alyuminiy (4,52%), temir (3,32%) va oltingugurt (2,57%) mavjudligi aniqlandi. (3-rasm) Yuqori uglerod miqdori organik (kerogen) moddaning, kremniy va alyuminiy esa kvarts hamda alyumosilikat minerallarining, kalsiy — karbonat fazalarining, temir esa pirit yoki boshqa temir birikmalarining mavjudligidan dalolat beradi.

Smp_035



5 mm

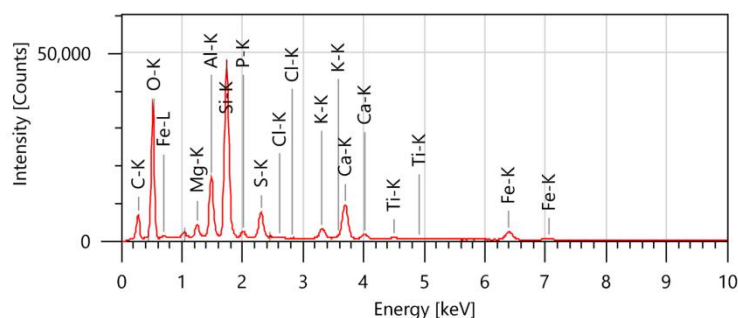
Sem_SED_006



100 μm

Signal SED
Landing Voltage 20.0 kV
WD 14.6 mm
Magnification x180
Vacuum Mode HighVacuum

Items	Value
measurement conditions	
Acceleration voltage	20.00 kV
Probe current	-
Magnification	x 180
Process time	T3
Measurement detector	First
Live time	30.00 seconds
Real time	41.03 seconds
Dead time	26.00 %
Count rate	59025.00 CPS



Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_001	Standardless	ZAF	Metal

Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	21.04±0.10	31.03±0.14
O	K	44.99±0.16	49.81±0.17
Na	K	0.71±0.02	0.55±0.01
Mg	K	1.06±0.01	0.79±0.01
Al	K	4.52±0.03	2.97±0.02
Si	K	14.20±0.05	8.95±0.03
P	K	0.77±0.01	0.44±0.01
S	K	2.57±0.02	1.42±0.01
Cl	K	0.12±0.01	0.06±0.00
K	K	1.30±0.02	0.59±0.01
Ca	K	5.10±0.03	2.29±0.01
Ti	K	0.29±0.01	0.11±0.00
Fe	K	3.32±0.04	1.05±0.01
Total		100.00	100.00

Spc_001 Fitting ratio 0.0113

3-rasm. Aktao konidan olingan namunani SEM-EDS tahlili

FTIR spektrida 3627 cm^{-1} dagi cho‘qqi gidroksil ($-\text{OH}$) va amin ($-\text{NH}$) guruhlariga, 2926 cm^{-1} — alifatik $\text{C}-\text{H}$ bog‘lariga, 2110–2004 cm^{-1} oralig‘i — aromatik birikmalarga, 1636 cm^{-1} — karbonil ($\text{C}=\text{O}$) guruhlariga, 1435 cm^{-1} — aldegid va keton guruhlariga mos keladi. 1012 cm^{-1} dagi $\text{Si}-\text{O}-\text{C}$ bog‘lanishi kaolinit, illit kabi minerallarga, 874, 798 va 695 cm^{-1} dagi cho‘qqilar $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ tebranishlariga va aromatik halqalarga, 519 va 458 cm^{-1} esa asosiy silikat minerallarga

tegishlidir. Bu natijalar namunada bir vaqtning o'zida organik (kerogen) komponent va silikat-karbonat mineral asosning mavjudligini tasdiqlaydi. (2-rasm)

XULOSA

Aktao konidan olingan yonuvchi slanets namunasining SEM-EDS va FTIR usullari bilan o'tkazilgan kompleks tahlili uning tarkibida kerogen shaklidagi organik modda (uglerod — 21,04%) hamda kvarts, alyumosilikat, karbonat va temir birikmalaridan iborat mineral asos (jami kislorod, kremniy, kalsiy, alyuminiy va temir — 68%dan ortiq) mavjudligini ko'rsatdi. Olingan natijalar mahalliy yonuvchi slanets resurslarini energetika va kimyo sanoatida, jumladan import o'rnini bosuvchi sorbent materiallar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida qo'llash mumkinligini asoslaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Dyni J.R. Geology and resources of some world oil-shale deposits. — U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 2006.
- [2]. Стрижакова Ю.А., Усова Т.В., Третьяков В.Ф. Горючие сланцы — потенциальный источник сырья для топливно-энергетической и химической промышленности // Вестник МИТХТ. — 2006. — № 4. — С. 76–85.
- [3]. Xudoyberdiyev T.Sh. O'rta Osiyoda, jumladan O'zbekistonda yonuvchi slanetslarni qidirish va o'rganish istiqbollari // Geologiya va mineral resurslar jurnali. — 2020.
- [4]. 4. Barrett E.P., Joyner L.G., Halenda P.P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I // J. Am. Chem. Soc. — 1951. — Vol. 73, No. 1. — P. 373–380.

TABIIY GAZNI NORDON GAZLARDAN TOZALASHDA YANGI KO'P FUNKSIONALLI ORGANIK SORBENTLARDAN FOYDALANISH

**Shodmonov Bahodir Baxromovich¹, Qurbanov Mingniqul Jumagulovich², Xonimqulova
Shaxnoza Serob qizi³**

¹Qarshi davlat universiteti. Qarshi. O'zbekiston. bahodirshodmonov039@gmail.com.

²Qarshi davlat universiteti. Qarshi. O'zbekiston. qurbanovmeyliqul@gmail.com.

ORCID 0000-0001-7867-4185

³Qarshi davlat universiteti. Qarshi. O'zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy gazlarni nordon gazlardan tozalashda zamonaviy yangi sorbentlarning qo'llash va ularning samaradorligi tahlil qilingan. Shu bilan birga ushbu maqolada tabiiy gazni nordon gazlardan tozalashda sanoatda qo'llaniladigan an'anaviy aminlarning sorbsiyalash samaradorligi bilan yangi sorbentning qiyosiy tahlili amalga oshirilgan. Ushbu sorbentning sorbsiyalash samaradorligining bir qancha asosiy omillariga bog'liklik tomonlari o'rganilgan. Maqolada ko'rib chiqilgan sorbentlar mahalliy ekanligi, chetdan valyuta hisobiga keladigan absorbentlar bilan to'liq konkurentlasha oladigan, mahalliy, uskunalarni asraydigan (yuqori korroziya ingibitori hisoblanadi), ko'piklanmaydigan, iqtisodiy jihatdan arzon va ekologik zararsiz ekanligi ilmiy asoslangan.

Kalit so'zlar: bisbuteronitriloetilendiamin, sorbent, absorbsiya, tabiiy gaz, vodorod sulfid, karbonat angidrid, nordon gaz, korroziya, regeneratsiya, desorbsiya.

Аннотация. В статье анализируются применение и эффективность современных инновационных сорбентов для очистки природного газа от кислых компонентов. Проведен сравнительный анализ эффективности сорбции нового сорбента и традиционных аминов, используемых в промышленности для этих целей. Рассмотрена зависимость эффективности сорбента от ряда ключевых факторов. Научно обосновано, что рассматриваемые сорбенты являются продуктом отечественного производства, экономически выгодны и экологически безопасны; они способны успешно конкурировать с импортными абсорбентами, обладая такими преимуществами, как защита оборудования (благодаря свойствам эффективного ингибитора коррозии), отсутствие пенообразования и экономическая доступность.

Ключевые слова: бисбутеронитрилэтилендиамин, сорбент, абсорбция, природный газ, сероводород, диоксид углерода, кислый газ, коррозия, регенерация, десорбция.

Abstract. This article analyzes the application and effectiveness of modern, innovative sorbents for removing acidic components from natural gas. A comparative analysis was conducted regarding the sorption efficiency of a new sorbent versus traditional amines currently used in the industry for this purpose. The dependence of sorbent efficiency on several key factors is examined. It is scientifically established that the sorbents under consideration are domestically produced, cost-effective, and environmentally safe; they are capable of successfully competing with imported absorbents, offering advantages such as equipment protection (due to effective corrosion-inhibiting properties), the absence of foaming, and economic affordability.

Keywords: bisbuteronitrilethylenediamine, sorbent, absorption, natural gas, hydrogen sulfide, carbon dioxide, acid gas, corrosion, regeneration, desorption.

KIRISH

Bugungi kunda jahon va mamlakatimiz neft-gaz sanoatining eng dolzarb vazifalaridan biri tarkibida vodorod sulfidi va uglerod dioksidi bo'lgan tabiiy gazlarni yuqori samaradorlik bilan tozalash hamda atrof-muhit muhofazasini ta'minlash hisoblanadi. Gaz tarkibidagi vodorod sulfidi kuchli zaharli modda bo'lishidan tashqari, magistral gaz quvurlari va texnologik uskuna metallarini intensiv ravishda korroziyaga uchratadi va uni yemiradi.

A.S.Topolnikov o'z ilmiy ishlarida gazni qayta ishlash korxonalaridagi karbonat angidridi ishtirokidagi korroziya muammolari haqida ilmiy qarashlarini berib o'tgan. Uning fikricha quvurlar orqali yuborilayotgan nam gaz tarkibida karbonat angidridi bo'lishligi, uning asta sekinlik bilan sovishi oqibatida kondensat va suv fazalari hosil bo'lishini ko'rsatgan. Suvning hosil bo'lishi va unda erigan karbonat angidridi ishtirokidagi korroziya jarayonining mexanizmlarini keltirib o'tgan [1].

I.V.Vigdorovich o'z ilmiy ishlarida gazlarni transportirovka qilish vaqtidagi karbonat angidridi va suv tomchilarining oqibatidan kelib chiquvchi korroziya jarayonlarining oldini olishda ingibitorlarning ahamiyati yuqori ekanligini ko'rsatib bergan [2].

MATERIALLAR VA USULLAR

Ushbu tadqiqot ishida tabiiy gaz tarkibidagi vodorod sulfidi va karbonat angidridi gazlarini sorbsiyalashda yangi bisbuteronitrildiamin moddasidan foydalanildi. Ushbu moddaning 20 %-li eritmasi tayyorlandi. Tadqiqot ob'ekti hisoblangan bisbuteronitreloetilendiamin molekulasining tabiiy gaz tarkibidagi nordon gazlarni sorbsiyalash samaradorligi GOST: 31369-2008 yo'riqnomasi asosida olib borildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMASI

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, tabiiy gazlarni vodorod sulfididan tozalashda alkanolaminlar va zamonaviy kompozitsion sorbentlarning qo'llanilishi va samaradorligi tahlili muhim hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda ishida sanoatda qo'llaniladigan an'anaviy aminlarning afzallik va kamchiliklarini qiyosiy tahlil qilish hamda yangi avlod absorbenti hisoblangan bisbuteronitreloetilendiamin birikmasining samaradorligini ilmiy asoslashdan iborat. Bisbuteronitreloetilendiamin (yoki butyronitril asosli etilendiamin unumlari) tabiiy va sanoat gazlarini vodorod sulfididan tozalashda kimyoviy absorbent (sorbent) sifatida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan zamonaviy organik birikmadir. Ushbu moddaning sorbsiyalash samaradorligi uning molekulyar tuzilishi, tarkibidagi faol funksional guruhlar va vodorod sulfid gazi bilan o'zaro kimyoviy ta'siriga asoslanadi. Ushbu birikmaning sorbsiyalash samaradorligi bir qancha asosiy omillariga tayanadi. Jumladan, ikki tomonlama faollik ya'ni sinergetik effekti. Bu molekula tarkibidagi etilendiamin fragmenti (amin guruhleri) asos xossasini namoyon qilib, nordon gaz hisoblangan vodorod sulfidi bilan kuchli kimyoviy bog'lanadi (xemosorbsiyalaydi). Etilendiamin fragmentining asosligini oshirishda buteronitril guruhidagi metil guruhleri ham o'zlarining +J-effektlari va qisman +M-effektlari bilan qatnashib, azot atomidagi elektron zichlikni oshiradi. Nitril guruhleri (buteronitril qismi) esa absorbentning selektivligini (tanlovchanligini) oshiradi va uglevodorod gazlari (metan, etan) ning absorbent molekulasiga yutilishining oldini oladi.

Ushbu birikmaning sorbsiyalash samaradorligi yuqoriligini tasdiqlovchi yana bir asosiy omillardan biri uning yuqori selektivlik (tanlovchanlik) darajasidir. Tabiiy gaz tarkibida karbonat anhidrid gazi ham mavjud. Bisbuteronitreloetilendiamin aynan vodorod sulfidiga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo'lib, maqsadli ravishda faqat vodorod sulfidini yuqori tezlikda o'ziga yutadi. Xuddi shuningdek, ushbu absorbent sanoatda keng qo'llaniladigan an'anaviy aminlar (masalan, monoetanolamin - MEA) gaz tozalash qurilmalarida kuchli korroziya jarayonini yuzaga keltiradi. Bisbuteronitreloetilendiamin asosidagi sorbentlar esa metall konstruksiyalarni yemirish xavfini keskin kamaytiradi [3].

Ushbu absorbent regeneratsiya (qayta tiklanish) qobiliyati bo'yicha sanoatda qo'llanilayotgan absorbentlarga nisbatan ancha ustunliklarga ega. Ushbu sorbent vodorod sulfid molekulasi bilan to'yingandan so'ng, nisbatan past haroratlarda desorbsiyalanish (gazni o'zidan qayta ajratish) xususiyatiga ega. Bu esa jarayonda sarflanadigan energiya miqdorini kamaytiradi va absorbentni ko'p marta qayta ishlatish imkonini beradi. Bisbuteronitreloetilendiamin yordamida tabiiy gazlardan vodorod sulfidini yutish (sorbsiyalash) jarayoni xemosorbsiya (kimyoviy yutilish) qonuniyatlariga bo'ysunadi. Bu jarayonda eng maqbul (optimal) sharoit 30–40 °C harorat va 1.0–7.0 MPa yuqori bosim hisoblanadi. Harorat va bosimning sorbsiya hamda desorbsiya (regeneratsiya) jarayonlariga ko'rsatadigan ta'sirini quyidagicha tavsiflash mumkin. Haroratning ta'siri termodinamik omil bo'lib, vodorod sulfidining amin guruhleri bilan bog'lanishi ekzotermik jarayon (issiqlik ajralishi bilan boradigan) hisoblanadi. Sorbsiyalash bosqichida (30–40 °C) harorat ushbu me'yorda saqlanishi reaksiyaning to'g'ri tomonga siljishini ta'minlaydi. Harorat 50 °C dan oshib ketsa, kimyoviy bog'lar zaiflashadi va yutilish samaradorligi keskin pasayadi. Agar harorat 20 °C dan past bo'lsa, eritmaning qovushqoqligi (yopishqoqligi) ortib, gaz bilan sorbent o'rtasidagi kontakt qiyinlashadi.

Desorbsiya bosqichida esa sorbentni vodorod sulfididan tozalash (regeneratsiya qilish) uchun harorat 105–125 °C yuqoriga ko'tariladi. Bu haroratda kimyoviy jihatdan hosil bo'lgan kompleks parchalanadi va vodorod sulfid gaz holida eritmadan ajralib chiqadi. Ushbu jarayonga bosimning

ta'siri kinetik omil hisoblanib, gazlarning suyuqlikda yutilishi bosimga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir (Genri qonuni). Sorbtsiyalanish bosqichida (yuqori bosimda: 1.0 – 7.0 MPa), gaz bosimi qanchalik yuqori bo'lsa, vodorod sulfidi molekulalarining bisbuteronitreloetilendiamin faol markazlari bilan to'qnashishi va yutilishi shunchalik tez va to'liq bo'ladi. Sanoat sharoitida magistral gaz bosimi ostida (ko'pincha 4.0–6.0 MPa) jarayon juda samarali kechadi. Desorbtsiya bosqichida (past bosim: 0.1 – 0.3 MPa), sorbent qayta tiklanayotganda bosim atmosfera bosimigacha tushiriladi. Bosimning kamayishi yutilgan gazning eritmadan ko'pirib, oson ajralishiga yordam beradi.

Texnik samaradorlik ko'rsatkichlari bo'yicha, tabiiy gaz tarkibidagi vodorod sulfid gazini tozalash darajasi sanoat talablari mos keladi ya'ni 99.5 % va undan yuqori samaradorlikda tozalay oladi. Hajmiy sig'imi esa oddiy alkanolaminlarga qaraganda, eritmaning bir birlik hajmiga to'g'ri keladigan vodorod sulfid molekulasini yutilish hajmi yuqoriroq bo'ladi. Yuqoridagi ma'lumotlarga tayangan holda sanoat miqyosida qo'llanilayotgan alkanolaminlar bilan yangi absorbentning qiyosiy tahlili quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Sanoatda qo'llanilayotgan alkanolaminlar bilan yangi absorbentning qiyosiy tahlili

Baholash mezonlari	MEA	DEA	MDEA	Bisbuteronitreloetilendiamin
Amin turi	Birlamchi	Ikkilamchi	Uchlamchi	Murakkab funktsionalli
H ₂ S ga nisbatan tanlovchanlik	Past. CO ₂ ni ham kuchli yutadi	O'rtacha	Yuqori. CO ₂ ni kam yutadi	O'ta yuqori (eksklyuziv selektivlik)
Solishtirma sig'imi, mol gaz/mol.amin	~0.5	~0.5	~1.0	1.2 – 1.5 gacha (ko'p markazli faollik)
Korroziya faolligi	Juda yuqori	O'rtacha	Past	Minimal (Korroziya inhibitori xossasiga ega)
Regeneratsiya harorati va energiya sarfi	Yuqori. (120–135 °C. Katta energiya sarfi)	O'rtacha. 115–125 °C	Past.(105–115 °C)	O'rtacha-past (85–100 °C), Barqaror qayta tiklanish
Bug'lanish tufayli yo'qotish	Yuqori. Gaz bilan chiqib ketadi.	O'rtacha	Past	Juda past (Molekulyar massasi kattaligi hisobiga)
Kimyoviy barqarorlik (Degradatsiya)	Past (Tez parchalanadi)	O'rtacha	Yuqori	Juda yuqori (Uzoq muddat xizmat qiladi)
Termik va kimyoviy destruksiya	Yuqori (tez parchalanadi va sarfi ko'p)	O'rtacha	Past	Juda past (Barqaror molekulyar tuzilishli)
Ko'piklanishga moyillik	Yuqori	O'rtacha	Past	Minimal

XULOSA

Aytish joizki, an'anaviy aminlarning kamchiliklarini bartaraf etuvchi zamonaviy bisbuteronitreloetilendiamin kabi ko'p funktsionali organik birikmlardan tabiiy gaz tarkibidagi yot, zararli gazlarni tozalashda foydalanish va ularni sanoat miqyosida joriy etish iqtisodiy jihatdan muhim qadam hisoblanadi. Maqolada ko'rib chiqilgan sorbentlar mahalliy hisoblanib, iqtisodiy jihatdan arzon va ekologik zararsiz hisoblanadi. Bu absorbent sinergetik effektga ega bo'lib, ya'ni, uning tarkibidagi *etilendiamin* fragmenti vodorod sulfidini yuqori tezlikda bog'lasa, *nitril guruhlari* esa sorbentning selektivligini, ya'ni aynan vodorod sulfidni tanlab yutish xususiyatini oshiradi. Natijada tabiiy gaz tarkibidagi asosiy mahsulot hisoblangan metan yo'qotishlarisiz, 99.7 % gacha tozalikda vodorod sulfididan tozalanadi. Shu bilan birga bisbuteronitreloetilendiamin an'anaviy aminlarga qaraganda eng samarali va sanoat uskunalari asraydigan (korroziyasiz) zamonaviy muqobil absorbentlardan biri sifatida har qanday sorbent bilan konkurentlasha oladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Топольников А.С. Прогнозирование углекислотной коррозии подземного оборудования нефтедобывающих скважин / А.С. Топольников // Коррозия: внутрискважинное оборудование - 2011 - № 8 -С. 94-95
2. Вигдорович В.И. Контроль коррозионной агрессивности сероводородсодержащих сред и оценка эффективности способов защиты при непрерывной эксплуатации установок нефтегазовых производств / В.И. Вигдорович, А.П. Макаров // Практика противокоррозионной защиты. - 2015. № 1. - С. 60–71.
3. Ataqlulova D.D., Bobomuradov U.Z., Oripova L.N., Ismatov Sh.A., Kurbanov M.G., Kodirov A.A. A New Highly Effective Inhibitor Based On 2,7-Dimethyl-2,7-Diciano-3,6-Diazaoctan. // Skopus. Journal of Pharmaceutical Negative Results. Volume 14. Regular Issue 02.2023.P. 883-889.

GIDROGELNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA QISHLOQ XO'JALIGIDA SUVNI TEJASHDAGI AHAMIYATI

Qulmatov K.A¹., Turaev Kh.Kh²., Kasimov Sh.A³

Termiz davlat universiteti t.f.f.d. (PhD) ¹,

Termiz davlat universiteti k.f.d.prof. ²

Termiz davlat universiteti k.f.d.prof. ³

kamolqulmatov738@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada gidrogelning fizik-kimyoviy xususiyatlari, suvni yutish va saqlash qobiliyati hamda qishloq xo'jaligida qo'llanilish samaradorligi yoritilgan. Gidrogelning mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqarilishi, iqtisodiy afzalliklari va tuproqning agrofizik xossalari ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari gidrogelning suv tejamkor texnologiyalarni rivojlantirishdagi muhim ahamiyatini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: gidrogel, polimer, suv saqlash, tuproq namligi, infiltratsiya, sug'orish, qishloq xo'jaligi.

Аннотация: В данной статье рассматриваются физико-химические свойства гидрогеля, его способность поглощать и удерживать воду, а также его эффективность в сельскохозяйственном применении. Анализируется производство гидрогеля на основе

местного сырья, его экономические преимущества и влияние на агрофизические свойства почвы. Результаты исследования подтверждают важную роль гидрогеля в развитии водосберегающих технологий.

Ключевые слова: гидрогель, полимер, хранение воды, влажность почвы, инфильтрация, орошение, сельское хозяйство.

Abstract: This article discusses the physicochemical properties of hydrogel, its ability to absorb and retain water, and its effectiveness in agricultural applications. The production of hydrogel based on local raw materials, its economic advantages, and its impact on the agrophysical properties of soil are analyzed. The results of the study confirm the important role of hydrogel in the development of water-saving technologies.

Keywords: hydrogel, polymer, water storage, soil moisture, infiltration, irrigation, agriculture.

KIRISH

Qishloq xo'jaligida suv resurslaridan samarali va oqilona foydalanish bugungi kunda global miqyosda dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, iqlim o'zgarishi, qurg'oqchilikning kuchayishi hamda yer osti va yer usti suv resurslarining kamayib borishi natijasida sug'orish tizimlarida suvni tejashga yo'naltirilgan zamonaviy texnologiyalarga ehtiyoj ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, tuproq namligini uzoq muddat saqlab turuvchi va o'simliklarning suvga bo'lgan ehtiyojini barqaror ta'minlovchi materiallarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. [1].

So'nggi yillarda agrotexnologiya sohasida suvni tejashga qaratilgan bir qator innovatsion yondashuvlar ishlab chiqilmoqda. Ular orasida gidrogel asosidagi polimer materiallar alohida o'rin egallaydi. Gidrogel — suvda yuqori darajada bo'kuvchan sintetik polimer bo'lib, u o'z tuzilishi hisobiga katta miqdordagi suvni yutish va uzoq vaqt davomida saqlab turish xususiyatiga ega. Ushbu xususiyat tufayli gidrogel tuproqqa qo'shilganda, yog'ingarchilik yoki sug'orish orqali tushgan suvni o'zida jamlab, uni asta-sekin o'simlik ildizlariga yetkazib beradi. Shuningdek, gidrogelning qo'llanilishi faqat suvni tejash bilan cheklanib qolmay, balki tuproqning fizik xossalarini ham yaxshilaydi. Xususan, u tuproqning namlikni ushlab turish qobiliyatini oshiradi, suvning tez bug'lanib ketishini kamaytiradi hamda ildiz tizimining barqaror rivojlanishiga sharoit yaratadi. Bu esa o'z navbatida qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirishga xizmat qiladi. [2].

O'zbekiston sharoitida suv resurslarining cheklanganligi va iqlimning quruqligi gidrogel kabi materiallarning ahamiyatini yanada oshiradi. Mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqarilayotgan gidrogelning iqtisodiy jihatdan arzonligi ham uning amaliyotga keng joriy etilishiga qulay imkoniyat yaratadi. Shu sababli gidrogelning xususiyatlarini o'rganish, uning samaradorligini baholash va qishloq xo'jaligida qo'llash imkoniyatlarini kengaytirish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

TADQIQOT USULLARI

Ushbu tadqiqotda gidrogelning fizik-kimyoviy xususiyatlarini, suvni yutish va saqlash qobiliyatini hamda turli tuproq sharoitlarida namlikni ushlab turish samaradorligini o'rganishga qaratilgan kompleks yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot jarayonida laboratoriya va amaliy tajriba usullaridan foydalanildi. [3].

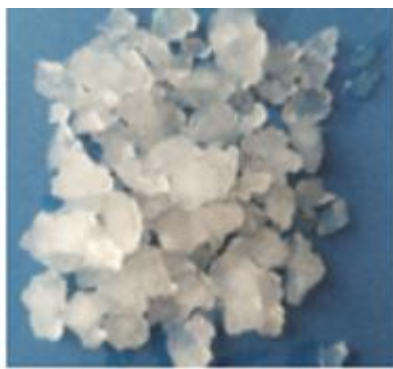
Avvalo, gidrogelning suvni yutish darajasini aniqlash uchun gravimetrik usuldan foydalanildi. Bunda ma'lum massadagi (10 gramm) quruq gidrogel distillangan suv, yomg'ir suvi va turli tuz konsentratsiyasiga ega bo'lgan eritmalarga solinib, ma'lum vaqt davomida bo'kish jarayoni kuzatildi. Bo'kishdan so'ng gidrogelning og'irligi o'lchanib, uning suvni yutish koeffitsienti hisoblab chiqildi. Shuningdek, gidrogelning turli tuproq turlaridagi (qumli va gil tuproq) namlikni saqlash xususiyatini aniqlash maqsadida model tajriba o'tkazildi. Bunda bir xil miqdordagi tuproqlar nazorat va tajriba guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhidagi tuproqqa ma'lum miqdorda gidrogel qo'shildi, nazorat guruhida esa qo'shilmadi. Har ikkala guruhga bir xil miqdorda suv berilib, ma'lum vaqt oralig'ida tuproq namligining o'zgarishi kuzatildi va solishtirildi. Tuproq namligini o'lchash uchun gravimetrik namlik aniqlash usuli hamda portativ namlik o'lchagich qurilmalaridan foydalanildi. O'lchovlar ma'lum vaqt intervallarida olib borilib, gidrogelning namlikni saqlash dinamikasi tahlil qilindi.

Bundan tashqari, gidrogelning infiltratsion jarayonlarga ta'sirini o'rganish uchun suvning tuproq qatlamlariga singish tezligi kuzatildi. Tajribalar davomida gidrogel qo'shilgan va qo'shilmagan tuproqlarda suvning shimilish va bug'lanish tezligi solishtirildi. Olingan barcha natijalar statistik usullar yordamida qayta ishlanib, o'rtacha qiymatlar, foiz ko'rsatkichlari va taqqoslash tahlillari asosida xulosalar shakllantirildi. Bu esa tadqiqot natijalarining ishonchliligini oshirishga xizmat qildi. Ushbu usullar majmuasi gidrogelning qishloq xo'jaligida suvni tejash va tuproq xossalarini yaxshilashdagi samaradorligini ilmiy asosda baholash imkonini berdi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot davomida olingan natijalar gidrogelning yuqori darajadagi suv yutish va uni uzoq muddat saqlab turish xususiyatiga ega ekanligini tasdiqladi. Laboratoriya sharoitida o'tkazilgan tajribalar natijasiga ko'ra, 10 gramm quruq gidrogel distillangan suv muhitida o'z massasiga nisbatan 700–800 barobar ko'p suvni yutishi aniqlandi. Tuproq eritmalari va mineral tuzlar mavjud bo'lgan muhitda esa bu ko'rsatkich 400–500 barobar oralig'ida o'zgarishi kuzatildi. [4].

Bu holat gidrogelning suv yutish qobiliyati muhitning ion tarkibiga bog'liq ekanligini



Gidrogelning fizikaviy xususiyati. 1-rasm.

ko'rsatadi. Tajriba davomida aniqlanishicha, gidrogel suvni faqat yutib qolmasdan, balki uni asta-sekinlik bilan tashqi muhitga qaytarish xususiyatiga ham ega. Bu jarayon o'simlik ildiz zonasi atrofida barqaror namlik muhitini shakllantiradi. Natijada o'simliklar suv tanqisligi sharoitida ham nisbatan barqaror rivojlanish

imkoniga ega bo'ladi. Tuproq sharoitida o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, gidrogel qo'shilgan variantlarda namlikning saqlanish muddati sezilarli darajada uzaydi. Xususan, qumli tuproqlarda gidrogel qo'llanilganda namlikning tez bug'lanishi kamayib, suvning tuproq tarkibida ushlanish darajasi oshgan. Bu esa qumli tuproqlarning suvni ushlab turish qobiliyati past bo'lgan sharoitda gidrogelning muhim ameliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.



Nazorat



Tajriba.2-rasm.

Gil tuproqlarda esa gidrogelning ta'siri boshqacha namoyon bo'ldi. Tajriba natijalari gidrogel granulalarining suvni yutishi va keyinchalik uni qayta berishi jarayonida tuproq strukturasi mikroyoriqlar va bo'shliqlar hosil bo'lishiga olib kelishini ko'rsatdi. Bu esa tuproqning infiltratsion xususiyatlarini yaxshilab, suvning tuproq qatlamlari bo'ylab bir tekis taqsimlanishiga yordam berdi. Sug'orish suvini tejash bo'yicha olingan natijalar ham muhim amaliy ahamiyatga ega bo'ldi. O'simliklar yetishtiriladigan model sharoitlarda gidrogel qo'llanilganda sug'orish soni kamaygani va suv sarfi sezilarli darajada qisqargani kuzatildi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, tuvak sharoitida gidrogel 50–80 % gacha, ochiq dala sharoitida esa 20–40 % gacha suv tejalishini ta'minlashi mumkin. Muhokama jarayonida shuni ta'kidlash joizki, gidrogelning samaradorligi faqat uning suv yutish xususiyatiga emas, balki uning tuproq bilan o'zaro ta'siriga ham bog'liq. U tuproqning fizik holatini yaxshilab, namlikning barqaror taqsimlanishiga yordam beradi hamda o'simlik ildiz tizimining rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi. Shu bilan birga, gidrogelning uzoq muddatli barqarorligi va ekologik xavfsizligi uni qishloq xo'jaligida keng qo'llash imkonini beradi. Umuman olganda, olingan natijalar gidrogelning suv resurslarini tejash, tuproq namligini barqaror saqlash va ekinlar rivojlanishini qo'llab-quvvatlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot natijalari asosida gidrogelning qishloq xo'jaligida suvni tejash, tuproq namligini uzoq muddat barqaror saqlash hamda tuproqning agrofizik xususiyatlarini yaxshilashdagi ahamiyati ilmiy jihatdan asoslab berildi. Olingan ma'lumotlar gidrogelning yuqori suv yutish qobiliyatiga ega sintetik polimer ekanligini va uning bu xususiyati qishloq xo'jaligi ekinlari uchun muhim amaliy ahamiyat kasb etishini ko'rsatdi.

Tadqiqot jarayonida aniqlanishicha, gidrogel o'z massasiga nisbatan juda katta miqdordagi suvni yutish va uni uzoq vaqt davomida saqlab turish xususiyatiga ega. Bu esa tuproqdagi namlik rejimini barqarorlashtirishga xizmat qiladi. Natijada o'simliklar suv tanqisligi sharoitida ham yetarli miqdorda namlik bilan ta'minlanadi, bu esa ularning normal o'sishi va rivojlanishini qo'llab-quvvatlaydi. Shuningdek, gidrogelning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi sug'orish suvining sezilarli darajada tejalishiga olib kelishi aniqlandi. Ayniqsa, suv resurslari cheklangan hududlarda gidrogeidan foydalanish iqtisodiy va ekologik jihatdan muhim natijalar beradi. Olingan natijalarga ko'ra, sug'orish suvi sarfi ekin turiga va sharoitga qarab 20–80 % gacha kamayishi mumkin. Tuproqning fizik xossalari ta'siri nuqtayi nazaridan, gidrogel qumli tuproqlarda namlikni ushlab turish qobiliyatini oshirishi, gil tuproqlarda esa suvning infiltratsion jarayonlarini yaxshilashi bilan ajralib turadi. Bu holat tuproq unumdorligini oshirishga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Umuman olganda, gidrogel qishloq xo'jaligida innovatsion, iqtisodiy jihatdan samarali

va ekologik xavfsiz material sifatida katta ahamiyatga ega. Uning amaliyotga keng joriy etilishi suv resurslaridan oqilona foydalanish, hosildorlikni oshirish hamda qishloq xo'jaligining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi. Kelgusida gidrogel asosidagi materiallarning yangi turlarini ishlab chiqish, ularning ekologik xavfsizligini yanada chuqur o'rganish hamda turli agroiklim sharoitlarida qo'llash imkoniyatlarini kengaytirish muhim ilmiy-amaliy yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Agrotexnologiya va tuproqshunoslik asoslari.
2. Polimer materiallar va ularning qishloq xo'jaligidagi qo'llanilishi.
3. Kulmatov K.A., Turaev Kh.Kh., Kasimov Sh.A., Shukurov D.Kh. "Obtaining Hydrogel on the Basis of Rice Starch and Carboxymethylcellulose and its Role in Agricultural Plants". International Journal of Engineering Trends and Technology Volume 71 Issue 11, 100-108, November 2023.
4. Kulmatov K.A., Turaev Kh.Kh., Djalilov A Journal of Advanced Zoology-5 Year 2023 Page 439:448-439-Hydrogels Based on Rice Starch, Acrylic -and N, N'-Methylenbi Sacrylamide, Metacrylamides and Their Use in Agriculture

UCHQIZIL YEROSTI SHO'R SUVLARI TARKIBIDAGI YODID IONLARINI GEKSAMETILENTETRAMIN YORDAMIDA AJRATISH VA TAHLIL QILISH

¹Uralov N.B., ²Turayev X. X., ³Qodirova M., ⁴Qurbonov F.B..

^{1,2,4}Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston

³Termiz muhandislik texnologiyalari institute, Termiz, O'zbekiston.

g-mail: n.uralov@tersu.uz ; uralovnuriddin1991@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda Surxondaryo viloyatidagi Uchqizil yerosti sho'r suvlari tarkibida mavjud yodid ionlarini oksidlash, geksametilentetramin (urotropin) yordamida cho'ktirish va hosil bo'lgan qattiq fazaning element tarkibini instrumental usulda aniqlash masalalari o'rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi yuqori minerallashtgan tabiiy suv tarkibidagi yodid ionlarini nisbatan sodda va samarali usulda konsentrlash hamda ajratib olish sharoitlarini baholashdan iborat. Tajribalarda 500 ml Uchqizil yerosti sho'r suviga 3 % li vodorod peroksid eritmasidan 6 ml qo'shib, 10 minut davomida aralashtirildi. Yodid ionlarining oksidlanishi natijasida eritmaning sarg'ish tusga kirishi kuzatildi. Shundan so'ng 0,3 M geksametilentetramin eritmasidan 7 ml qo'shib, 20–25 °C haroratda 90 minut davomida reaksiya olib borildi. Natijada 0,6 g quruq cho'kma olindi. Cho'kmaning rentgen-fluoresans tahlili natijasida uning tarkibida Fe – 73,043 %, Cl – 23,202 %, Ca – 1,864 %, I – 0,633 %, Zn – 0,581 %, Mn – 0,379 %, Sr – 0,176 % va Br – 0,121 % mavjudligi aniqlandi. Olingan natijalarga ko'ra, 500 ml dastlabki suv namunasidagi 10,35 mg yodning 3,798 mg qismi cho'kma tarkibida konsentrlangan bo'lib, yodni ajratib olish darajasi 36,69 % ni tashkil etdi. Natijalar geksametilentetramin asosidagi yod birikmalarini konsentrlash yondashuvi yuqori minerallashtgan yerosti sho'r suvlaridan yodni ajratishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Uchqizil yerosti suvi, yodid ionlari, yod, geksametilentetramin, urotropin, vodorod peroksid, poliyodidlar, konsentrlash, rentgen-fluoresans tahlili, yuqori minerallashtgan suv.

Аннотация. В работе исследована возможность выделения и концентрирования йодид-ионов из высокоминерализованных подземных солёных вод Учкызыльского месторождения Сурхандарьинской области с использованием гексаметилентетрамина. Целью исследования являлось изучение эффективности предварительного окисления йодид-ионов с последующим переводом йода в твёрдую фазу с участием гексаметилентетрамина (уротропина). В качестве исходного объекта использовали 500 мл подземной солёной воды. Для окисления йодид-ионов добавляли 6 мл 3 %-ного раствора пероксида водорода и перемешивали реакционную смесь в течение 10 мин. После появления желтоватой окраски раствора добавляли 7 мл 0,3 М водного раствора гексаметилентетрамина. Реакцию проводили при температуре 20–25 °С в течение 90 мин. В результате получено 0,6 г сухого осадка. По данным рентгенофлуоресцентного анализа в составе осадка обнаружены Fe — 73,043 %, Cl — 23,202 %, Ca — 1,864 %, I — 0,633 %, Zn — 0,581 %, Mn — 0,379 %, Sr — 0,176 % и Br — 0,121 %. При исходной концентрации йода 20,7 мг/л его общее содержание в 500 мл исследуемой воды составило 10,35 мг. В полученном осадке было сконцентрировано 3,798 мг йода, что соответствует степени извлечения 36,69 %. Полученные результаты показывают возможность использования гексаметилентетрамина для концентрирования и выделения йода из высокоминерализованных подземных солёных вод. Дальнейшая оптимизация соотношения реагентов, кислотности среды и продолжительности процесса может способствовать повышению эффективности извлечения йода.

Ключевые слова: подземные солёные воды, Учкызыл, йодид-ионы, йод, гексаметилентетрамин, уротропин, пероксид водорода, концентрирование йода, степень извлечения, рентгенофлуоресцентный анализ.

Abstract. This study investigated the possibility of separating and concentrating iodide ions from highly mineralized underground saline water of the Uchqizil deposit in the Surkhandarya region using hexamethylenetetramine. The study aimed to evaluate the effectiveness of preliminary oxidation of iodide ions followed by their transfer into a solid phase in the presence of hexamethylenetetramine (urotropine). A 500 ml sample of underground saline water was used as the initial material. For the oxidation of iodide ions, 6 mL of 3% hydrogen peroxide solution was added, and the reaction mixture was stirred for 10 min. After the appearance of a yellowish coloration, 7 mL of a 0.3 M aqueous solution of hexamethylenetetramine was added. The reaction was carried out at 20–25 °C for 90 min. As a result, 0.6 g of dry precipitate was obtained. According to X-ray fluorescence analysis, the precipitate contained Fe — 73.043%, Cl — 23.202%, Ca — 1.864%, I — 0.633%, Zn — 0.581%, Mn — 0.379%, Sr — 0.176%, and Br — 0.121%. At an initial iodine concentration of 20.7 mg/L, the total amount of iodine in the 500 mL water sample was 10.35 mg. A total of 3.798 mg of iodine was concentrated in the obtained precipitate, corresponding to an iodine recovery of 36.69%. The results demonstrate the potential of hexamethylenetetramine-assisted concentration for the separation and preconcentration of iodine from highly mineralized underground saline waters. Further optimization of the reagent ratio, medium acidity, and reaction time may improve the efficiency of iodine recovery.

Keywords: underground saline water, Uchqizil, iodide ions, iodine, hexamethylenetetramine, urotropine, hydrogen peroxide, iodine preconcentration, iodine recovery, X-ray fluorescence analysis.

KIRISH

Yod inson organizmi uchun zarur bo'lgan mikroelementlardan biri bo'lib, uning yetishmasligi qalqonsimon bez faoliyatining buzilishi va qator fiziologik muammolarning yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu sababli tabiiy yod resurslarini aniqlash, yodga boy suvlarni o'rganish va ulardan yodni samarali ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirish bugungi kunda muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

Tabiatda yod turli geokimyoviy muhitlarda uchraydi va yerosti suvlarida asosan yodid hamda yodat shakllarida mavjud bo'lishi mumkin. Yuqori minerallashtirilgan yerosti sho'r suvlari tarkibida yod miqdorining nisbatan yuqori bo'lishi ularni sanoat miqyosida yod olish uchun istiqbolli tabiiy xomashyo sifatida qarash imkonini beradi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, yillik global yod ishlab chiqarish hajmi taxminan 30 ming tonnani tashkil etadi [1]. Tarkibida 10–18 mg/L va undan yuqori miqdorda yod mavjud bo'lgan yerosti sho'r suvlari yod ishlab chiqarish nuqtayi nazaridan istiqbolli obyektlar sifatida baholanadi.

Yodli yerosti suvlaridan yod olish texnologiyasini ishlab chiqishda yodid ionlarining oksidlanish kinetikasi, oksidlovchi reagentning tabiati, oksidlanish jarayonining optimal pH va harorat sharoitlari, hosil bo'lgan molekulyar yodni konsentrlash va undan keyinchalik kristall yod olish kabi masalalarni kompleks ravishda o'rganish talab etiladi [2, 3].

O'zbekiston hududida yodga boy yerosti suvlarining bir qator konlari aniqlangan bo'lib, ular asosan Farg'ona, Buxoro–Qarshi va Surxondaryo artezian havzalari hamda Ustyurt platosida joylashgan. Ushbu suvlar yod bilan bir qatorda brom, stronsiy, seziy va rubidiy kabi elementlarning yuqori konsentratsiyalari bilan ham tavsiflanadi [4]. Shu jihatdan yodli yerosti sho'r suvlarini o'rganish nafaqat yod olish, balki tabiiy mineral xomashyoni kompleks qayta ishlash nuqtayi nazaridan ham muhimdir.

Surxondaryo artezian havzasida Uchqizil, Xovdag, Kakayti va O'rtabuloq kabi yod va brom saqlovchi yerosti suv obyektlari mavjud. Mazkur suvlarning tarkibida yod miqdori 17,4–24,34 mg/L, brom 313,2–426,4 mg/L, pH 5,1–6,7, harorat 39–76 °C, minerallashtiruv darajasi esa 142,9–283,0 g/L oralig'ida ekanligi qayd etilgan [5]. Suvlarning anion tarkibida gidrokarbonat, sulfat va xlorid ionlari, kation tarkibida esa Ca^{2+} , Mg^{2+} va Na^{+} ionlari yuqori konsentratsiyalarda mavjudligi ularning murakkab ko'p komponentli tabiiy sistema ekanligini ko'rsatadi.

Bunday murakkab matritsada yodid ionlarini selektiv ravishda ajratish analitik va texnologik jihatdan muhim masaladir. Chunki yuqori konsentratsiyadagi xlorid va bromid ionlari yodning oksidlanish va keyingi konsentrlanish jarayonlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli yodid ionlarini avval oksidlab, keyinchalik hosil bo'lgan yodning organik reagent yoki aminlar bilan o'zaro ta'siridan foydalanib konsentrlash istiqbolli yondashuv hisoblanadi.

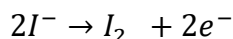
Mazkur ishning asosiy maqsadi. Uchqizil yerosti sho'r suvlari tarkibidagi yodid ionlarini vodorod peroksid yordamida oksidlash va geksametilentetramin ishtirokida yod saqlovchi qattiq fazaga konsentrlash hamda hosil bo'lgan mahsulotning element tarkibini rentgen-fluoresans usulida aniqlashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

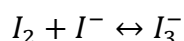
Tadqiqot obyekti sifatida Surxondaryo viloyatida joylashgan Uchqizil yerosti sho'r suvi olindi. Ushbu suv yuqori darajada minerallashtirilgan bo'lib, uning tarkibida yod, brom, xloridlar va boshqa mineral komponentlar mavjud.

Tadqiqotning dastlabki bosqichida 500 ml Uchqizil yerosti sho‘r suvi o‘lchab olindi. Suv tarkibidagi yodid ionlarini oksidlangan shaklga o‘tkazish maqsadida unga 3 % li H_2O_2 eritmasidan 6 ml qo‘shildi. Reaksiya aralashmasi 10 minut davomida aralashtirildi. Oksidlanish jarayoni natijasida eritmaning sarg‘ish rangga kirishi yodning oksidlangan shakllari hosil bo‘lishining dastlabki vizual belgisi sifatida qayd etildi.

Yodid ionlarining oksidlanish jarayonini umumiy ko‘rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:



Hosil bo‘lgan molekulyar yod eritmada yodid ionlarining mavjudligi sharoitida poliyodid shakllarini hosil qilishi mumkin:



Ushbu jarayon yodning keyingi konsentrlanishida muhim ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin.

Oksidlanish bosqichidan so‘ng eritmaga 0,3 M geksametilentetraminning suvdagi eritmasidan 7 ml qo‘shildi. Reaksiya aralashmasi 20–25 °C haroratda oddiy laboratoriya sharoitida 90 minut davomida saqlandi. Belgilangan vaqt davomida yod saqlovchi qattiq fazaning hosil bo‘lishi kuzatildi. Hosil bo‘lgan cho‘kma filtrlash orqali eritmada ajratildi, suv bilan yuvildi va doimiy massaga yaqinlashguncha quritildi.

Natijada 0,6 g quruq cho‘kma olindi. Ajratilgan mahsulotning element tarkibi rentgen-fluoresans analizatori yordamida o‘rganildi.

Yodning dastlabki miqdorini hisoblash:

$$m(I)_0 = C(I) \times V$$

bu yerda:

$C(I)$ — dastlabki suvdagi yod konsentratsiyasi, mg/l;

V — suv namunasi hajmi, l.

Uchqizil suvi uchun:

$$m(I)_0 = 20,7 \times 0,5 = 10,35 \text{ mg}$$

Cho‘kma tarkibiga o‘tgan yod miqdori esa quyidagicha hisoblandi:

$$m(I)_{cho'kma} = m_{cho'kma} \times w(I)$$

bu yerda: m cho‘kma — quruq cho‘kma massasi, mg; $w(I)$ — cho‘kma tarkibidagi yodning massa ulushi.

Shunday qilib:

$$m(I)_{cho'kma} = 600 \times 0,00633 = 3,798 \text{ mg.}$$

Yodni ajratib olish darajasi:

$$R = [m(I)_{cho'kma} / m(I)_0] \times 100 \%$$

$$R = (3,798 / 10,35) \times 100 \% = 36,69 \%$$

NATIJAR VA MUHOKAMA

adqiqot davomida Uchqizil yerosti sho‘r suvini vodorod peroksid bilan dastlabki oksidlashdan keyin geksametilentetramin qo‘shilishi natijasida qattiq faza hosil bo‘lishi aniqlandi. Jarayon 20–25 °C haroratda, atmosfera bosimida va qo‘shimcha murakkab texnologik qurilmalarsiz olib borildi. 500 ml suv namunasidan 0,6 g quruq cho‘kma olishga erishildi.

Hosil bo'lgan mahsulotning element tarkibini aniqlash maqsadida rentgen-fluoresans tahlili amalga oshirildi. Olingan spektrda temir, xlor, kalsiy, yod, rux, marganes, stronsiy va brom elementlariga tegishli xarakterli chiziqlar kuzatildi. Elementlarning aniqlangan massa ulushlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

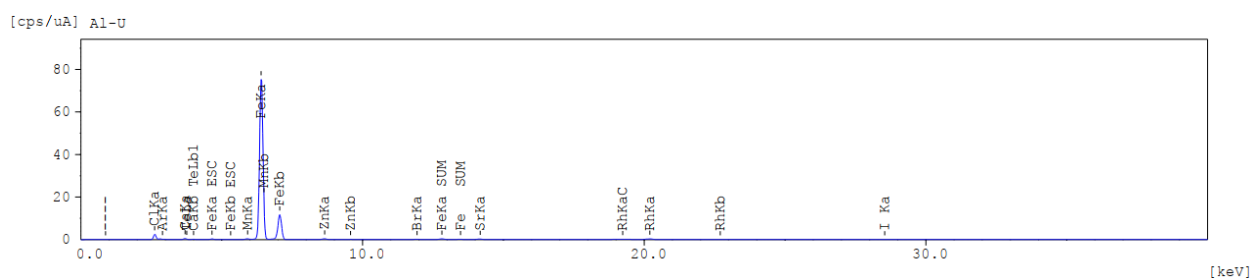
Kompleks cho'kmaning rentgen-fluoresans tahlili asosida aniqlangan element tarkibi

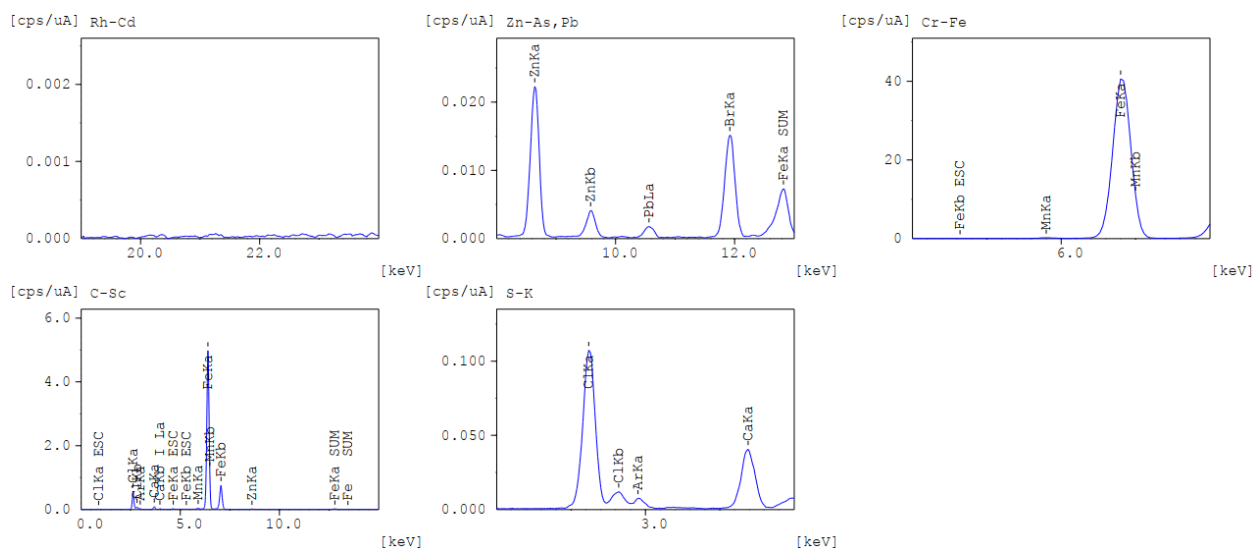
Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int.(cps/uA)
Fe	73.043 %	[0.186]	Quan-FP	Fe Ka	297.1188
Cl	23.202 %	[0.405]	Quan-FP	Cl Ka	1.0992
Ca	1.864 %	[0.069]	Quan-FP	CaKa	0.9684
I	0.633 %	[0.051]	Quan-FP	I Ka	0.9347
Zn	0.581 %	[0.023]	Quan-FP	ZnKa	0.1918
Mn	0.379 %	[0.014]	Quan-FP	MnKa	1.1356
Sr	0.176 %	[0.010]	Quan-FP	SrKa	2.6117
Br	0.121 %	[0.005]	Quan-FP	BrKa	0.1502

Rentgen-fluoresans tahlil natijalarida temirning 73,043 % miqdorda aniqlanishi cho'kmaning asosiy qismini temir saqllovchi komponentlar tashkil etishini ko'rsatadi. Xlorning 23,202 % miqdorda mavjudligi esa dastlabki yuqori minerallashgan suvning xloridlar bilan boyligini va cho'kma hosil bo'lish jarayonida xloridli komponentlarning ishtirokini ko'rsatishi mumkin.

Rentgen-fluoresans tahlil natijalarida temirning 73,043 % miqdorda aniqlanishi cho'kmaning asosiy qismini temir saqllovchi komponentlar tashkil etishini ko'rsatadi. Xlorning 23,202 % miqdorda mavjudligi esa dastlabki yuqori minerallashgan suvning xloridlar bilan boyligini va cho'kma hosil bo'lish jarayonida xloridli komponentlarning ishtirokini ko'rsatishi mumkin.

Tahlilning eng muhim natijalaridan biri cho'kma tarkibida **0,633 % yod** aniqlanganligidir. Bu natija yodning dastlabki suvdan qattiq fazaga o'tganligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, cho'kma tarkibida bromning 0,121 % miqdorda aniqlanishi yuqori minerallashgan suvning murakkab galogenid tarkibini ham ko'rsatadi. Demak, ishlab chiqilgan jarayonda yodning konsentrlanishi bilan bir qatorda, boshqa elementlarning ham qattiq fazaga o'tishi kuzatiladi (1-rasm).





1-rasm. Yod saqllovchi cho‘kmaning rentgen-fluoresans analizatoridagi spektri.

Uchqizil yerosti sho‘r suvining dastlabki yod konsentratsiyasi 20,7 mg/L bo‘lganligi sababli 500 ml namunadagi yodning umumiy miqdori 10,35 mg ni tashkil qiladi. Olingan 600 mg quruq cho‘kma tarkibida yodning massa ulushi 0,633 % bo‘lganligi sababli qattiq fazaga konsentrlangan yod miqdori 3,798 mg ga teng.

Hisoblash natijasida yodning ajratib olish darajasi:

$$R = 36,69 \% \text{ ekanligi aniqlandi.}$$

XULOSA

Uchqizil yerosti sho‘r suvlari tarkibidagi yodid ionlarini konsentrlash va ajratish imkoniyati geksametilentetramin ishtirokida o‘rganildi. Dastlab yodid ionlarini oksidlangan shaklga o‘tkazish uchun 3 % li H_2O_2 eritmasidan foydalanildi. Keyingi bosqichda 0,3 M geksametilentetramin eritmasi qo‘shilib, 20–25 °C haroratda 90 minut davomida yod saqllovchi qattiq faza hosil qilindi.

500 ml Uchqizil yerosti sho‘r suvidan 0,6 g quruq cho‘kma ajratib olindi. Rentgen-fluoresans tahlili natijasida cho‘kma tarkibida Fe – 73,043 %, Cl – 23,202 %, Ca – 1,864 %, I – 0,633 %, Zn – 0,581 %, Mn – 0,379 %, Sr – 0,176 % va Br – 0,121 % miqdorida mavjudligi aniqlandi.

Dastlabki 500 ml suv namunasida mavjud bo‘lgan 10,35 mg yodning 3,798 mg qismi olingan qattiq fazada konsentrlanganligi hisoblandi. Natijada yodni ajratib olish darajasi **36,69 %** ni tashkil etdi.

Olingan natijalar geksametilentetramin yordamida yodning qattiq fazaga konsentrlanishi yuqori minerallashtirilgan yerosti sho‘r suvlaridan yodni ajratishning istiqbolli usullaridan biri bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Usulning samaradorligini yanada oshirish uchun keyingi tadqiqotlarda reagentlar nisbatini, pH, harorat, oksidlovchi konsentratsiyasi va jarayon davomiyligini optimallashtirish, shuningdek, hosil bo‘lgan birikmaning tuzilishini XRD va IR-spektroskopiya usullari bilan chuqurroq o‘rganish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Umbarov I.A., Turaev Kh.Kh. Study of the kinetics of oxidation of iodide ions in hydrothermal waters by various oxidizing agents // Uzbek Chemical Journal. — 2015. — № 6. — P. 12–16.

2. Умбаров И.А., Тураев Х.Х. Определение элементного состава подземных соленых вод // Science Time. — Казань, 2018. — № 2. — С. 76–80.
3. Кулматов Р.А., Умбаров И.А., Тураев Н.Й., Эшанходжаев С. Содержание и форма нахождения йода в подземных соленых водах Сурхандарьинской области // Узбекский химический журнал. — 2000. — № 1. — С. 70–72.
4. Умбаров И.А. Усовершенствование технологии выделения йода из йодсодержащих соединений, содержащихся в подземных соленых водах: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук (Doctor of Science).
5. Madhu S., Evans H.A., Doan-Nguyen V.V.T., Labram J.G., Wu G., Chabinyc M.L., Seshadri R., Wudl F. Infinite Polyiodide Chains in the Pyrroloperylene–Iodine Complex: Insights into the Starch–Iodine and Perylene–Iodine Complexes.

TECHNOLOGY FOR PRODUCING USEFUL FLAME RETARDANTS FROM SPENT ALUMINIUM OXIDE AT THE SHURTAN GAS CHEMICAL COMPLEX

Kholikova S.D¹ Abdukharova M.²

Tashkent State Technical University, Faculty of Oil and Gas, Department of Ecology and Environmental Protection.

Abstract. *The utilization of spent aluminium oxide generated at the Shurtan Gas Chemical Complex (SGCC) is an important scientific and technological problem. At the same time, this material can be considered a secondary source for producing aluminium-containing flame retardants. The aim of this work was to analyse published research and dissertation materials concerning the processing of spent aluminium oxide from SGCC into useful aluminium compounds and their application in polymer materials. Previous studies have demonstrated the possibility of converting spent aluminium oxide into aluminium hydroxide and using the resulting product as a flame-retardant component in polyethylene compositions. The analysed data indicate that such an approach combines industrial waste recycling with the production of a functional additive for polymer materials.*

Keywords: *Shurtan Gas Chemical Complex, spent aluminium oxide, aluminium hydroxide, flame retardant, polyethylene, secondary raw material, polymer composite.*

INTRODUCTION

Polyethylene is widely used because of its favourable mechanical and processing properties; however, its high flammability limits its application in areas where increased fire resistance is required. Mineral aluminium-containing additives, particularly aluminium hydroxide, are widely investigated as flame-retardant components because they can absorb heat during thermal decomposition and release water, thereby reducing the intensity of polymer combustion.

The Shurtan Gas Chemical Complex is an important source of spent aluminium-containing material generated during polyethylene production. Therefore, its conversion into a useful flame-retardant product is of interest from both environmental and technological perspectives. Recent research has confirmed that spent alumina from SGCC can be processed into valuable aluminium-containing materials rather than being treated only as industrial waste ^[1].

REVIEW OF LITERATURE

Umirov et al. investigated the processing of spent aluminium oxide into aluminium trihydroxide. Their work demonstrated the possibility of alkaline conversion of the spent material and subsequent precipitation of aluminium hydroxide. This research is particularly important because aluminium hydroxide is itself a widely applicable mineral flame-retardant component for polymer compositions ^[2].

Qalandarov investigated the effect of flame-retardant nanoparticles in polyethylene and considered aluminium-containing materials obtained from spent alumina of SGCC. According to the reported experimental results, incorporation of flame-retardant systems into polyethylene reduced its flammability and improved its thermal behaviour. At an oxygen concentration of 25%, the studied formulations demonstrated reductions in flammability of approximately 71%, 82% and 90% depending on the amount of flame-retardant component. The deformation values were also reduced by approximately 15–25% ^[3].

More recent research by Yunusov et al. demonstrated that the composition of spent aluminium oxide from SGCC varies according to its degree of inactivation. The reported Al_2O_3 content was 39.7–45.4 wt.%, while vanadium, titanium, sodium, calcium and chlorine were also present in different concentrations. The specific surface area varied from 80 to 280 m^2/g [1]. These data demonstrate that preliminary characterization and purification of the secondary raw material are essential for obtaining a reproducible final product.

MATERIALS AND TECHNOLOGICAL APPROACH

Based on the analysed studies, the production of a useful flame retardant from spent aluminium oxide can be represented as a sequence of technological operations: preparation of spent material → removal or transformation of impurities → alkaline conversion of aluminium compounds → precipitation of aluminium hydroxide → washing and drying → characterization of the obtained product → application in polymer compositions.

The alkaline processing route is particularly promising because aluminium oxide can be converted into soluble aluminate species, followed by controlled precipitation of aluminium hydroxide. The resulting aluminium hydroxide can then be introduced into polyethylene as a mineral flame-retardant component.

The effectiveness of this approach depends not only on the amount of aluminium recovered but also on the purity, phase composition and particle characteristics of the final product. Yunusov et al. showed that impurities remaining in spent alumina influence its physicochemical properties and therefore should be considered during processing ^[1].

RESULTS AND DISCUSSION

The literature data confirm that spent aluminium oxide from SGCC has a real potential for conversion into functional aluminium-based materials. The most important practical result is that the obtained aluminium-containing product can be incorporated into polymer compositions rather than being disposed of as waste.

The flame-retardant effect of aluminium hydroxide is associated primarily with its endothermic decomposition during heating. The release of water consumes part of the supplied thermal energy, while the resulting inorganic phase can contribute to the formation of a protective

barrier on the polymer surface. Consequently, heat transfer and the availability of combustible volatile products can be reduced.

The dissertation data of Qalandarov are especially significant for evaluating the practical potential of SGCC-derived aluminium-containing flame retardants. The reported decrease in polyethylene flammability with increasing flame-retardant content indicates that secondary aluminium materials can participate effectively in the formation of fire-resistant polymer compositions ^[3]. At the same time, the composition of spent alumina is variable, which means that the technological process should include quality control of each batch of secondary raw material ^[1].

Thus, the proposed approach has a dual effect: it reduces the amount of industrial aluminium-containing waste requiring disposal and simultaneously provides a locally available raw material for producing flame-retardant polymer additives. This is consistent with the principles of resource conservation and circular use of industrial materials.

CONCLUSION

The analysis of scientific publications and dissertation research demonstrates the feasibility of producing useful flame retardants from spent aluminium oxide generated at the Shurtan Gas Chemical Complex. The most promising technological direction is the conversion of aluminium-containing waste into aluminium hydroxide followed by its application in polyethylene-based compositions.

The reported studies confirm that SGCC-derived aluminium-containing materials can reduce polymer flammability and improve thermal behaviour. However, the variability of the initial spent alumina requires preliminary characterization and control of its chemical and phase composition. Further research should therefore focus on optimization of purification, precipitation and particle characteristics of the obtained aluminium hydroxide and on establishing reproducible relationships between the properties of the secondary raw material and the fire resistance of the final polymer composite.

REFERENCES

- [1] Yunusov M.P., Gulomov S., Nasullayev K.A., Turdiyeva D.P.K., Isayeva N.F., Abdurakhmanova I.S.K., Mustafayev B.D., Murzin D.Y. *Mitigating the Environmental Impact by Synthesis of Adsorbents from Aluminium-Containing Waste. Waste and Biomass Valorization*, 2024, 15, 3307–3321. DOI: 10.1007/s12649-023-02387-y. [Full article — Springer Nature](#)
- [2] Umirov N.N., Dolgov V.V., Sadykov Sh.G., Ashurov N.R. *Pererabotka otrabotannogo oksida alyuminiya v trigidrat oksida alyuminiya*. 2014. Манбада Шўртан ГКМда ишлатилган алюминий оксидини алюминий тригидроксидига қайта ишлаш йўналиши ёритилган.
- [3] Qalandarov F.A. *Polietilening qiyin yonuvchanligini oshirishda antipiren nanozarrachaning sinergezm ta'sirini o'rganish*. Master's dissertation, Qarshi State University, 2015. Манбада Шўртан ГКМдан чиққан ишлатилган алюминий оксиди асосидаги материалларни полиэтилен композицияларида антипирен сифатида қўллаш натижалари келтирилган.
- [4] Mustafayeva R.A., Sadykov Sh.G. *Poluchenie oksida alyuminiya iz otrabotannykh granul oksida alyuminiya proizvodstva polietilena*. Манба полиэтилен ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган ишлатилган алюминий оксидини қайта ишлаш ва алюминийли маҳсулот олиш масалаларига бағишланган.

- [5] Absattorov D., Togaev E., Khaydarov Y., Abdullaev B., Samadiy M. *Study of the Process of Processing Zeolite Waste into Aluminum Oxide. Science and Innovation*, 2025, 4(5), 132–137. DOI: 10.5281/zenodo.15582222.
- [6] Yunusov M.P. et al. *Hydrodesulfurization Catalysts from Aluminium-Containing Waste. Catalysis Letters*, 2024. DOI: 10.1007/s10562-024-04685-z.

ИККИЛАМЧИ АЛЮМИНИЙ АСОСИДАГИ АНТИПИРЕНЛАРНИНГ ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИЯЛАРИДА ХИМОЯЛОВЧИ ТАЪСИРИ

Холикова С.Д. Абдукаххарова М.И.

ТДТУ Нефт ва газ факультети «ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ-МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ»

Кафедраси

Аннотация. Ушбу тезисда Шўртан газ-кимё мажмуасида ҳосил бўладиган ишлатилган алюминий оксиди асосида антипирен материаллардан фойдаланишининг назарий ва амалий жиҳатлари таҳлил қилинган. Асосий эътибор иккиламчи алюминий сақловчи хомашёни полимер композицияларида қўллашда унинг иссиқлик таъсиридаги хулқ-атвори, дисперсланиши ва полимер–антипирен интерфейсидаги ўзаро таъсирга қаратилган.

Калит сўзлар: Шўртан газ-кимё мажмуаси, алюминий оксиди, иккиламчи хомашё, антипирен, полимер композиция, ёнувчанлик, дисперсланиш, иссиқлик барқарорлиги.

КИРИШ

Шўртан газ-кимё мажмуасида ишлатилган алюминий оксидини қайта ишлаш масаласи маҳаллий тадқиқотларда ҳам ўрганилган. Умиров ва ҳаммуаллифларининг ишларида ишлатилган алюминий оксидини алюминий гидроксиди асосидаги ёнғинбардош материалларга айлантириш имконияти кўрсатилган. Бу ёндашув иккиламчи алюминий сақловчи хомашёни полимер композицияларида функционал қўшимча сифатида қайта ишлатиш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Юнусов ва ҳаммуаллифлар Шўртан газ-кимё мажмуасининг алюминий сақловчи чиқиндиларини қайта ишлаш имкониятларини экологик нуқтаи назардан таҳлил қилган. Муаллифлар бундай саноат чиқиндиларидан адсорбентлар олиш имкониятини кўрсатиб, иккиламчи алюминий хомашёсининг таркибий хусусиятларини ҳисобга олиш зарурлигини таъкидлайди.

Хорижий тадқиқотларда эса алюминий гидроксиди ва бошқа минерал компонентларни полимерларнинг ёнувчанлигини камайтиришда қўллаш, уларнинг иссиқлик таъсиридаги фазавий ўзгаришлари ҳамда полимер матрицасидаги химояловчи таъсири ўрганилган. Шунингдек, замонавий тадқиқотларда антипирен самарадорлигини ошириш учун турли компонентларни комбинациялаш, заррачаларнинг дисперсланишини бошқариш ва полимер–тўлдирувчи интерфейсини яхшилашга катта эътибор берилмоқда.

Умуман, адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, ишлатилган алюминий оксидидан антипирен олиш йўналишида асосий илмий вазифа фақат хомашёни қайта ишлаш билан чекланмайди. Олинган материалнинг фазавий таркиби, заррача дисперслиги, полимер билан мослиги ва юқори ҳароратда химояловчи қатлам ҳосил қилиш қобилияти унинг якуний самарадорлигини белгилайди. Шу жиҳатдан Шўртан газ-кимё мажмуасининг иккиламчи

алюминий хомашёсидан функционал антипирен олиш технологиясини такомиллаштириш долзарб илмий-амалий йўналиш ҳисобланади.

Полимер материаллар киздирилганда антипирен компонентнинг иссиқликни ютиши, сув ёки бошқа учувчан маҳсулотларни ажратиши ва қаттиқ минерал фазанинг шаклланиши полимернинг термик парчаланиш жараёнига таъсир кўрсатиши мумкин. Натижада полимернинг иссиқлик билан бевосита таъсирланиши камаяди ва ёнувчан маҳсулотларнинг тарқалиши чекланади.

Иккиламчи алюминий асосидаги антипиренларни полимерга киритишда заррачаларнинг бир текис дисперсланиши муҳим аҳамиятга эга. Заррачаларнинг кучли агрегацияси композициянинг айрим қисмларида антипиреннинг тўпланишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун антипирен самарадорлигини баҳолашда унинг миқдори билан бир қаторда дисперслиги ва полимер матрицаси билан ўзаро таъсирини ҳам ҳисобга олиш зарур.

Полимер–антипирен интерфейсидаги мослик композициянинг нафақат ёнғинбардошлиги, балки механик ва технологик хусусиятларига ҳам таъсир қилади. Шу сабабли келгусида алюминий асосидаги иккиламчи хомашёнинг юза хусусиятларини бошқариш, заррачалар агрегациясини камайтириш ва полимер билан адгезион ўзаро таъсирни яхшилашга қаратилган тадқиқотларни олиб бориш мақсадга мувофиқ.

ХУЛОСА

Шўртан газ-кимё мажмуасида ишлатилган алюминий оксидини функционал антипиренга айлантириш саноат чиқиндиларини қайта ишлаш ва полимер материалларининг ёнғинбардошлигини оширишни бирлаштирувчи истиқболли йўналишдир. Адабиётлар таҳлили ушбу материалларнинг самарадорлиги хомашёнинг хусусиятлари, заррачалар дисперслиги, фазавий таркиби ва полимер билан интерфейсидаги ўзаро таъсирга боғлиқ эканлигини кўрсатади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Умиров Н.Н., Долгов В.В., Садыков Ш.Г., Ашуров Н.Р. Переработка отработанного оксида алюминия в тригидрат оксида алюминия. – 2014.
2. Умиров Н.Н. Polietilen asosida qiyin yonuvchan kompozitsiyalar yaratish. Магистрлик диссертацияси. Қарши давлат университети, 2014.
3. Yunusov et al. Mitigating the Environmental Impact by Synthesis of Adsorbents from Aluminium-Containing Waste. Waste and Biomass Valorization. 2024. Vol. 15. P. 3307–3321. DOI: 10.1007/s12649-023-02387-y.
4. Xu Z., Yan L., Chen L. Study of flame-retardant materials and their application in polymer composites. Procedia Engineering. 2016. Vol. 135.
5. Kong X., Liu S., Zhao J. Aluminium-containing flame-retardant systems for polymer materials. Journal of Central South University. 2008. Vol. 15(6). P. 779–785. DOI: 10.1007/s11771-008-0144-2.
6. Yu X. et al. Recent developments in flame-retardant polymer composites. Journal of Applied Polymer Science. 2025. Vol. 142. e56766.
7. Doanh T.C. et al. Recent advances in flame-retardant polymer materials and synergistic systems. RSC Advances. 2025. Vol. 15. P. 16814–16825. DOI: 10.1039/D5RA00231A.

8. Albitres G.A.V. et al. Flame-retardant polymer composites and their functional properties. Journal of Composite Materials. 2024. Vol. 58(4).

ПОЛИМЕРЛАРНИ ПЛАСТИФИЦИРЛОВЧИ ТАЪСИР МЕХАНИЗМЛАРИ ВА САМАРАДОРЛИГИ

Э.М.Бекназаров

Иқтисодиёт ва педагогика университети

Аннотация. Мақолада полимер материалларни пластифитсиялаш жараёнининг физик-кимёвий асослари, пластификаторларнинг полимер матриксага таъсир этиш механизмлари ҳамда уларнинг самарадорлигини баҳолаш мезонлари ёритилган. Пластификаторларнинг молекулярарасида ўзаро таъсир кучларини камайтириши, полимер занжирларининг ҳаратчанлигини ошириши ҳамда шишаланиш ҳароратини пасайтиришидаги ўрни таҳлил қилинган. Шунингдек, турли типдаги пластификаторларнинг полимерларнинг физик-механик, реологик ва эксплуатацион хоссаларига таъсири кўриб чиқилиб, юқори самарадорликка эга ва экологик хавфсиз пластифитсияловчи тизимларни танлаш бўйича тавсиялар берилган.

Калит сўзлар: полимерлар, пластифитсиялаш, пластификаторлар, таъсир механизми, шишаланиш ҳарорати, молекулярасидаги таъсир, реологик хоссалар, самарадорлик.

Полимерларни пластификация қилишда аввало улар ҳақида умумий тушунча ва қонуниятларни билиб олиш керак. Чунки бу жараён ишлаб чиқаришда қайта ишланаётган бирламчи хом-ашёларга ҳам тадбиқ этилади, ҳам иккиламчи хом-ашёларга қўлланилади.

Пластификация – бу полимерлар таркибига пластификаторлар киритиб, эксплуатация даврида уларнинг эгилувчанлик хоссаларини оширишдир. Пластификациянинг бир-неча турлари бор: ташқи (бирламчи) пластификация – бунда пластификатор полимер билан кимёвий боғланмайди ва буғланиш, экстракция ва бошқалар билан чиқариб юборилади. Ички (иккиламчи) пластификация – бунда пластификатор полимер билан кимёвий боғланади ва натижада пластифицирланган материалларнинг хоссалари барқарор бўлади.

Ташқи пластификация ўз навбатида структурали ва молекуляр пластификацияларга бўлинади. Структурали пластификатор келиб чиқиши иккинчи даражали бўлиб, термодинамик жиҳатидан полимер билан чиқиша олмайди ва йирик ўстмолекуляр структура даражасида таъсир қилади. Молекуляр пластификатор эса келиб чиқиши биринчи даражали бўлиб, термодинамик жиҳатидан полимер билан яхши чиқишади ва эритувчи сингари таъсир қилади.

Агар пластификатор термодинамик жиҳатдан полимер билан яхши аралашса, пластифицирловчи таъсир механизмини қуйидагича ифода қилиш мумкин:

Келиб чиқиши полимерга яқин бўлган пластификатор молекулалари аста-секинлик билан ҳар қандай структурага эга бўлган полимер тизимида суқилиб кириши мумкин ва у молекулаларни парчалай бошлаб, уларнинг ўзаро бир-бирлари билан тортишиш кучларини сусайтиради. Агар полимер ва пластификатор қутбланмаган бўлса, бу жараён энтропия табиатига эга бўлиб, пластификатор худди оддий суюлтирувчи вазифасини ўтайди. Агар полимер ва пластификатор қутбланган бўлса, қутбланган гуруҳлар ўзаро таъсирлашади

(сольватация), оқибатда макромолекулалараро ўзаро таъсирлар камаяди. Бундай ҳолатларда бу жараён энергетик характерга эга бўлади.

Молекулалараро ўзаро бундай таъсирларнинг камайиши натижасида полимер занжирининг кинетик эгилувчанлиги ортади, эркин ҳажми ҳам ошади. Натижада полимернинг шишланиш ҳарорати камайиб, юқор эластиклик ҳолати кенгаяди, анча паст ҳароратда ҳам эластиклик хусусиятлари (деформация) сақланиб қолинади, материалнинг мустаҳкамлиги ва эластиклик (упругость) модули камаяди.

Назарий жиҳатдан биринчи марта молекуляр пластификация жараёнини ўрганиш Журков томонидан амалга оширилган. У полимерлар пластификациясини ўрганишда кутбланган полимер гуруҳларини кутбланган пластификаторлар билан амалга оширди. Маълумки, полимер занжиридаги кутбланган гуруҳларнинг молекулалараро ўзаро таъсирлари натижасида кутбланган полимерлар етарли даражада юқори шишланиш ҳароратига эга бўладилар. Бу эса полимер занжирининг ҳаракатчанлигини кучли даражада чегаралайди ва каттиқлигини оширади. Юқорида таъкидланганидек, полимер билан чиқиша оладиган пластификатор молекулалари молекулалараро бўшлиқларга сўқилиб киради ва полимернинг кутбланган гуруҳларини сольватлайди, шу билан уларнинг бир-бири билан ўзаро таъсирланишига тўсқинлик қилади ва ҳаракатчанлигини оширади. Шубҳасиз, у ҳолда полимер таркибида пластификатор миқдори қанча кўп бўлса, молекулалараро ўзаро таъсирлаша оладиган кутбланган полимер гуруҳлари ҳам шунча кам бўлади, шишланиш ҳарорати ҳам тезда камаяди. У ҳолда буни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\Delta T_{ш} = k \cdot n$$

Бу ерда, $\Delta T_{ш}$ – пластифицирланган ва пластифицирланмаган полимерларнинг шишланиш ҳароратлари фарқи. Бу катталиқ пластифицирловчи таъсирнинг самарадорлигини кўрсатади. k - пропорционаллик коэффиценти. n – пластификаторнинг моллар сони.

Бу тенглама Журков қондаси ёки моль концентрациялар қондаси дейилади.

Бу қонда амалда ҳар доим ҳам бажарилавермайди, шунингдек пластифицирловчи таъсирнинг самарадорлиги пластификаторнинг ўлчамлари ва шаклига ҳам боғлиқ бўлади. Айниқса гап кутбсиз ва кам кутбли полимер ва пластификаторлар ҳақида кетса.

Кутбсиз ва кам кутбли полимерларни пластификация қилиш учун Каргин ва Малинский томонидан қуйидаги тенглама таклиф этилган:

$$\Delta T_{ш} = k \cdot \varphi$$

Бу ерда, k - пропорционаллик коэффиценти, φ - пластификаторнинг ҳажмий миқдори.

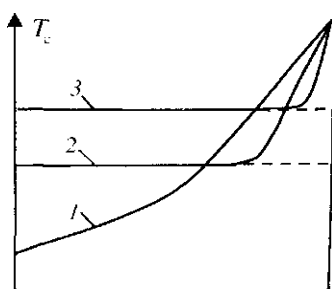
Бу тенглама ҳажмий концентрациялар қондаси деб ном олган. Бундай боғланиш қуйидагиларга боғлиқ бўлади: кутбланмаган полимер ва пластификаторлар бўлмаганда асосий ролни энергетик факторлар (кутбланган гуруҳларни ўзаро таъсири) ўйнамайди балки энтропик факторлар: “Полимер - Пластификатор” тизимидаги молекулалар орасида жойлашган қуйи молекуляр моддаларнинг эгаллаган ҳажми қанча катта бўлса, полимер занжирларининг ҳаракатчанлиги ҳам шунча катта бўлади ва унга мос равишда шишланиш ҳарорати ҳам кам бўлади. Ҳажмий концентрациялар қондаси ҳам ҳар сафар бажарилавермайди. Қайсики, пластификатор термодинамик жиҳатдан полимер билан яхши аралашмаса (фазалар диаграммасида жуда кичик миқдорда аралашади ёки реал ҳароратларда умуман кузатилмайди), бундай пластификация структурали деб номланади ва пластифицирлаш таъсир қилиш механизми бошқача бўлади. Полимер табиатига камроқ яқин бўлган пластификатор молекулалари молекулалараро бўшлиққа суқилиб кира олмайди,

фақатгина структуралараро бўшлиққа кира олади холос. Бундан ташқари улар устмолекуляр структурага эга бўлмаган, макроскопик структурали бирликлар, масалан, алоҳида кристалли соҳага эгадирлар. Бундай ҳолатда пластификатор молекулалари структуралараро соҳанинг юзасига адсорбцияланади ва мономолекуляр қатлам ҳосил қилиб, структурали элементлар орасида ўзига хос “ёғловчи” вазифасини бажаради. Натижада бу структурали элементларнинг ҳаракатчанлиги ошади, материалнинг деформацион хоссалари ўзгаради: мустаҳкамлик ошади ва устмолекуляр структурали молекулаларнинг ориентацияси ҳисобига эластиклик модули ошади.

Бир-биридан фарқ қилувчи бу икки механизмни пластифицирланган полимернинг шишланиш ҳароратини пластификатор миқдорига боғлиқлик графиги билан тушунтириш мумкин (2-расм):

Биринчи ҳолда, шишланиш ҳарорати монотон равишда пластификаторнинг ўзининг шишланиш ҳароратига қадар пасаяди.

Иккинчи ҳолда, полимернинг шишланиш ҳарорати унга структурали пластификатор фоизининг бир улушини киритиш билан кескин тушиб кетади. Сўнг шишланиш ҳарорати ($T_{ш}$) ўзгармайди, ёғ қатлами қалинлигининг ошиб бориши структуранинг ҳаракатчанлигига таъсир этмайди.



2-расм. Молекуляр (1) ва структурали (2,3) пластификацияда шишланиш ҳароратининг ($T_{ш}$) ўзгариши.

Структурали ва молекуляр пластификаторлар – булар турли хил моддалардир. Структурали пластификаторларга зайтун ёғи, хлорпарафин ва бошқалар киради. Молекуляр пластификаторларга эса фталатлар, фосфатлар, себацинатлар, олигоэфирлар ва бошқалар киради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

[1] Е.А. Кукарина. Определение совместимости полимера с пластификатором. г.Бийск Издательство Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова 2019.

YONG‘OQ PO‘CHOQLARI ASOSIDA G‘OVAK FAOLLASHTIRILGAN KO‘MIR OLISH HAMDA UNING TEKSTUR VA ADSORBSION XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH

Sayitqulov Shuxrat Murodovich¹, Saidov Xurshid Murodullayevich²

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Samarqand kampusi, Samarqand, O‘zbekiston

Zarmed universiteti, Samarqand, O‘zbekiston

sshuhrat@hotmail.com

Annotatsiya. Mazkur ishda yong‘oq po‘chog‘i (*Juglans regia*) lignosellulozali chiqindi xom ashyo sifatida foydalanilib, undan faollashtirilgan ko‘mir olish jarayoni hamda olingan adsorbentlarning tekstur va adsorbsion xususiyatlari o‘rganilgan. Tadqiqotda yong‘oq po‘chog‘ini dastlabki tayyorlash, quritish, maydalash, karbonizatsiya, kimyoviy faollashtirish, yuvish, neytrallash va quritish bosqichlari tavsiflangan. Faollashtirish jarayonida kaliy gidroksidining (KOH) turli konsentratsiyalari va impregnatsiyalash nisbatlarining hosil bo‘ladigan ko‘mirning unumi hamda g‘ovak tuzilishiga ta‘siriga alohida e‘tibor qaratilgan. Shuningdek, zarracha o‘lchamining adsorbentning adsorbsion sig‘imiga ta‘siri baholangan. Olingan materiallarning morfologik, elementar, struktur va sirt kimyoviy xususiyatlarini aniqlash uchun skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), energiya-dispers rentgen spektroskopiyasi (EDX), rentgen difraksiyasi (XRD) va Furiye-transformatsion infraqizil spektroskopiya (FTIR) usullaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Adsorbsion xususiyatlar yod va metilen ko‘ki adsorbsiyasi orqali baholangan. Natijalar KOH konsentratsiyasi va zarracha o‘lchamini optimallashtirish adsorbentlarning xususiyatlarini yaxshilashda muhim ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: yong‘oq po‘chog‘i, faollashtirilgan ko‘mir, KOH, karbonizatsiya, mikrog‘ovak, mezog‘ovak, adsorbsiya, yod soni, metilen ko‘ki, SEM.

Аннотация. В данной работе скорлупа грецкого ореха (*Juglans regia*) использована в качестве лигноцеллюлозного отходного сырья для получения активированного угля. Исследован процесс получения активированного угля, а также текстурные и адсорбционные свойства полученных адсорбентов. Описаны основные стадии подготовки скорлупы грецкого ореха, включая предварительную подготовку, сушку, измельчение, карбонизацию, химическую активацию, промывку, нейтрализацию и сушку. Особое внимание уделено влиянию различных концентраций гидроксида калия (KOH) и соотношения пропитки на выход получаемого угля и формирование его пористой структуры. Кроме того, оценено влияние размера частиц на адсорбционную способность адсорбента. Для определения морфологических, элементного, структурного и поверхностно-химических свойств полученных материалов рассмотрена возможность применения методов сканирующей электронной микроскопии (SEM), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX), рентгеновской дифракции (XRD) и инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR). Адсорбционные свойства оценивали по адсорбции йода и метиленового синего. Результаты показывают, что оптимизация концентрации KOH и размера частиц имеет важное значение для улучшения свойств получаемых адсорбентов.

Ключевые слова: скорлупа грецкого ореха, активированный уголь, KOH, карбонизация, микropopа, мезopopа, адсорбция, йодное число, метиленовый синий, SEM.

Annotation. *This study uses walnut shell (*Juglans regia*) as a lignocellulosic waste precursor for the production of activated carbon. The activated carbon production process and the textural and adsorption properties of the resulting adsorbents were investigated. The main stages of walnut shell preparation, including pretreatment, drying, grinding, carbonization, chemical activation, washing, neutralization, and drying, are described. Particular attention was paid to the effects of different potassium hydroxide (KOH) concentrations and impregnation ratios on the yield of the resulting carbon and the development of its porous structure. In addition, the effect of particle size on the adsorption capacity of the adsorbent was evaluated. The applicability of scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), X-ray diffraction (XRD), and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) for determining the morphological, elemental, structural, and surface chemical properties of the obtained materials was considered. The adsorption properties were evaluated based on iodine and methylene blue adsorption. The results indicate that optimization of KOH concentration and particle size is important for improving the properties of the resulting adsorbents.*

Keywords: *walnut shells, activated carbon, KOH, carbonization, micropore, mesopore, adsorption, iodine number, methylene blue, SEM.*

KIRISH

Qishloq xo‘jaligi chiqindilarini qayta ishlash va ulardan qo‘shimcha qiymatli mahsulotlar olish dolzarb ilmiy-texnikaviy muammolardan biridir. Ayniqsa, yong‘oq po‘chog‘i kabi lignosellulozali chiqindilar uglerodli adsorbentlar olish uchun istiqbolli xom ashyo hisoblanadi. Bunday chiqindilardan faollashtirilgan ko‘mir olish bir vaqtning o‘zida chiqindilarni utilizatsiya qilish va yuqori qo‘shimcha qiymatli adsorbent ishlab chiqarish imkonini beradi.

Faollashtirilgan ko‘mir sanoatda keng qo‘llaniladigan adsorbent bo‘lib, uning samaradorligi sirt maydoni, g‘ovaklar o‘lchami va sirtning kimyoviy xususiyatlari bilan chambarchas bog‘liq. Lignosellulozali xom ashyolarni karbonizatsiya va keyingi faollashtirish orqali mikro- va mezog‘ovaklar rivojlangan uglerodli materiallar olish mumkinligi adabiyotlarda ko‘rsatilgan. Fizik va kimyoviy faollashtirish usullarining tanlanishi hosil bo‘ladigan g‘ovak tuzilishga hamda adsorbsion xususiyatlarga ta’sir qiladi.

Ushbu ishning maqsadi kaliy gidroksidining turli konsentratsiyalarining yong‘oq po‘chog‘idan olingan faollashtirilgan ko‘mirlarning unumi va g‘ovakligiga ta’sirini o‘rganishdan iboratdir. Shuningdek, zarrachalar o‘lchamining adsorbentning rangni yo‘qotish qobiliyatiga va yod adsorbsion sig‘imiga ta’siri ko‘rib chiqiladi.

MATERIALLAR VA USULLAR

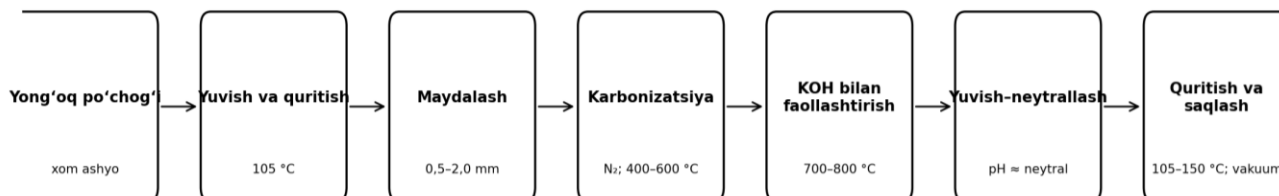
Xom ashyo sifatida yong‘oq po‘chog‘i (*Juglans regia*) uglerod prekursori sifatida ishlatildi. Xom ashyo mahalliy oziq-ovqat sanoati korxonalaridan yig‘ib olingan. Tadqiqotda KOH, H₃PO₄, ZnCl₂, HCl va distillangan suvdan foydalanilgan.

Xom ashyoni tayyorlash bosqichida yong‘oq po‘chog‘i distillangan suvda yaxshilab yuvildi va 105 °C da 10 soat davomida quritildi. Quritilgan po‘choqlar laboratoriya tegirmonida maydalandi va 0,5–2,0 mm o‘lchamdagi zarrachalar olish uchun elakdan o‘tkazildi.

Karbonizatsiya jarayonida tayyorlangan material chinni tigellarda azot atmosferasida 400–600 °C haroratda 1–2 soat davomida piroliz qilindi. Hosil bo‘lgan karbonizat xona haroratigacha sovitildi.

Kimyoviy faollashtirishda karbonizat KOH eritmasi bilan 1:1 dan 5:1 gacha bo'lgan impregnatsiyalash nisbatlarida aralashtirilib, 8–12 soat davomida namlandi. So'ng inert muhitda 700–800 °C da 1 soat davomida faollashtirildi. Qo'shimcha ravishda H₃PO₄ va ZnCl₂ bilan faollashtirish variantlari ham ko'rib chiqildi.

Faollashtirilgan namunalar filtrat neytral pH ga yetguncha distillangan suv bilan yuvildi. KOH bilan faollashtirilgan namunalar HCl bilan ishlov berilgandan keyin yana yuvildi. Neytrallangan adsorbent 105–150 °C da quritildi, keyin vakuum sharoitida qo'shimcha quritilib, germetik idishlarda saqlandi.



1-rasm. Yong'oq po'chog'idan faollashtirilgan ko'mir olishning umumiy texnologik sxemasi.

ADSORBENTLARNI TAVSIFLASH

Olingan uglerod materiallarining sirt morfologiyasi SEM yordamida, elementar tarkibi EDX orqali, kristallik va mineral fazalar XRD yordamida, sirt funksional guruhlar esa FTIR usuli bilan baholanishi mumkin. Adsorbsion sig'imni baholashda yod va metilen ko'ki adsorbsiyasi qo'llanilgan. Mazkur ko'rsatkichlar faollashtirish sharoitlari bilan hosil bo'lgan g'ovak tuzilish o'rtasidagi bog'lanishni tahlil qilishga xizmat qiladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Karbonizatsiya va faollashtirish jarayonlaridagi vazn yo'qotishlar tadqiqotning muhim ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Mavjud natijalarga ko'ra, vazn yo'qotishlarning katta qismi karbonizatsiya bosqichiga to'g'ri kelgan. Boshlang'ich material xususiyatlari ham ko'mir unumiga ta'sir ko'rsatgan.

KOH konsentratsiyasi oshirilganda ko'mir unumi va g'ovak tuzilishining rivojlanishida sezilarli o'zgarish kuzatilgan. Mazkur ishda 75 % KOH konsentratsiyasida eng yuqori unum qayd etilgan. 50 % dan 75 % gacha bo'lgan oraliqda KOH konsentratsiyasining oshishi ko'mir unumini oshirgan.

Yod adsorbsion sig'imi xom ashyo xususiyatlari, faollashtiruvchi vosita konsentratsiyasi va uglerod zarrachalari o'lchamiga bog'liq bo'lgan. Zarrachalar o'lchamining kichrayishi, ya'ni granuladan kukun holatiga o'tish, adsorbsion sig'imning oshishiga olib kelgan. 75 % KOH da olingan kukunli ko'mir tijorat ko'miriga yaqin adsorbsion izotermaga ega bo'lgan.

1-jadval.

Tadqiqotda qo'llangan asosiy texnologik parametrlar

Bosqich	Asosiy sharoit	Maqsad	Kutiladigan/qaralgan ko'rsatkich
Xom ashyoni tayyorlash	105 °C; 10 soat; 0,5–2,0 mm	Namlikni kamaytirish va bir xil fraksiya olish	Zarracha o'lchami

Karbonizatsiya	N ₂ ; 400–600 °C; 1–2 soat	Uglerodli skelet hosil qilish	Vazn yo‘qotish, karbonizat
KOH bilan faollashtirish	700–800 °C; 1 soat; turli nisbatlar	G‘ovaklikni rivojlantirish	Unum, g‘ovaklik, adsorbsiya
Yuvish va tozalash	Distillangan suv; neytral pH	Qoldiq reagentlarni chiqarish	Tozalik va pH
Quritish	105–150 °C; keyin vakuum	Namlikni kamaytirish	Barqaror adsorbent



2-rasm. KOH miqdori va zarracha o‘lchamining adsorbsion xususiyatlarga ta‘sirini umumlashtiruvchi konseptual sxema.

Bu sxema miqdoriy yangi ma‘lumot kiritmaydi; u maqolada keltirilgan sifat jihatidagi kuzatuvlarni — KOH konsentratsiyasining oshishi bilan mikrog‘ovaklarning rivojlanishi va zarracha o‘lchamining kichrayishi bilan adsorbsion sig‘imning yaxshilanishini — umumlashtiradi.

G‘ovak tuzilishi va sirt xususiyatlari. Faollashtirilgan ko‘mir g‘ovaklari o‘lchamiga ko‘ra mikrog‘ovaklar, mezog‘ovaklar va makrog‘ovaklarga bo‘linadi. Ushbu tasnif adsorbsiya jarayonini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega. Mikrog‘ovaklar asosiy adsorbsion sig‘imni ta‘minlasa, mezog‘ovaklar va makrog‘ovaklar adsorbat molekulalarining ichki sirtga kirib borishi va transportini osonlashtiradi.



3-rasm. Faollashtirilgan ko‘mir g‘ovaklarining funksional tasnifi.

SEM tahlillari ko‘mir teksturasi va g‘ovaklik rivojlanishi boshlang‘ich material xususiyatlariga bog‘liqligini ko‘rsatgan. Yong‘oq po‘chog‘idan olingan ko‘mirlar o‘rtacha 12 mkm diametrli makrog‘ovaklar ustunligi bilan bir xil tuzilishga ega bo‘lgan. Turli KOH konsentratsiyalarida olingan namunalar sirt xususiyatlarida sezilarli farq qilmagan.

Adsorbsion xususiyatlarning shakllanishida mikrog‘ovaklarning rivojlanishi alohida ahamiyatga ega. KOH miqdorining oshishi ichki mikroporli bo‘shliqlarning rivojlanishiga yordam berib, adsorbsiya uchun muhim bo‘lgan sirt maydonining oshishiga olib kelishi mumkin. Biroq adsorbentning optimal xususiyatlarini baholashda faqat bitta ko‘rsatkich emas, balki g‘ovaklarning

o'lcham taqsimoti, sirt kimyosi, zarracha o'lchami va adsorbsion testlar natijalari birgalikda ko'rib chiqilishi lozim.

2-jadval

G'ovaklar turi va adsorbsion jarayondagi asosiy funksiyasi

G'ovak turi	O'lcham chegarasi	Asosiy funksiyasi
Mikrog'ovak	$< 20 \text{ \AA}$	Asosiy adsorbsion sig'imni ta'minlaydi
Mezog'ovak	$20\text{--}500 \text{ \AA}$	Adsorbatning ichki sirtga kirishini tezlashtiradi
Makrog'ovak	$> 500 \text{ \AA}$	Transport va diffuziya yo'llarini ta'minlaydi

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, yong'oq po'chog'i (*Juglans regia*) faollashtirilgan ko'mir olish uchun istiqbolli lignosellulozali uglerod prekursori sifatida qoralishi mumkin. Olingan faollashtirilgan ko'mirlarning xususiyatlari boshlang'ich xom ashyoning tabiati, faollashtiruvchi vosita konsentratsiyasi hamda zarracha o'lchamiga sezilarli darajada bog'liq ekanligi aniqlandi.

Mazkur ishda 75 % KOH konsentratsiyasidan foydalanilganda faollashtirilgan ko'mirning eng yuqori unumi qayd etilgan. Ushbu sharoitda olingan kukunli namuna yuqori adsorbsion xususiyatlarni namoyon qilgan. Shuningdek, zarracha o'lchamining kichrayishi adsorbsion sig'imning ortishiga yordam bergan. Bu holat adsorbentning faol sirt maydoni ortishi hamda adsorbat molekulalarining faol markazlarga kirib borish imkoniyatining yaxshilanishi bilan izohlanadi.

Faollashtirilgan ko'mirning xususiyatlarini kompleks baholashda SEM, EDX, XRD va FTIR kabi instrumental tahlil usullaridan foydalanish uning morfologiyasi, elementar tarkibi, struktur holati va sirtidagi funksional guruhlarini aniqlash imkonini beradi. Umuman olganda, KOH konsentratsiyasi va zarracha o'lchamini optimallashtirish yong'oq po'chog'i asosida olingan faollashtirilgan ko'mirlarning g'ovak tuzilishi hamda adsorbsion xususiyatlarini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Ubaydullayeva N.N., Salikhanova D.S., Karabayeva M.I. Studying the sorption properties of adsorbents obtained on the basis of plant waste // E3S Web of Conferences. — 2023. — Vol. 390. — P. 05022. DOI: 10.1051/e3sconf/202339005022.
- [2] Gorbunova O.V., Trenikhin M.V., Lavrenov A.V. Activated Carbon from Manchurian Walnut Shells for CO₂ Adsorption: A Comparison of CO₂ and KOH Activation Methods // Solid Fuel Chemistry. — 2026. — Vol. 60, No. 2. — P. 105–112. DOI: 10.3103/S036152192660001X.
- [3] Кадырова Г.Ж., Есимова Д.Д., Назарбек У.Б., и др. Получение активированных углей на основе растительного сырья и исследование их сорбционных свойств // Труды университета. — 2019. — № 2. — С. 55–60.
- [4] Chomiak K., Gryglewicz G., Jedynek K., et al. Optimizing the properties of granular walnut-shell based KOH activated carbons for carbon dioxide adsorption // Journal of CO₂ Utilization. — 2017. — Vol. 21. — P. 436–445. DOI: 10.1016/j.jcou.2017.07.026.

[5] Abdurazimov B., Dobelev G., Volpert A., et al. Highly active carbons on base of biomass waste – nut shells // Engineering for Rural Development. Proceedings of the 19th International Scientific Conference. — Jelgava, Latvia, 2020. — P. 1187–1192.

[6] Rodríguez-Reinoso F., Molina-Sabio M. Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: an overview. Carbon. 1992;30(7):1111–1118. doi:10.1016/0008-6223(92)90143-K.

[7] Rodríguez-Reinoso F., Molina-Sabio M., González M.T. The use of steam and CO₂ as activating agents in the preparation of activated carbons. Carbon. 1995;33(1):15–23. doi:10.1016/0008-6223(94)00100-E.

[8] Evans M.J.B., Halliop E., MacDonald J.A.F. The production of chemically-activated carbon. Carbon. 1999;37(2):269–274. doi:10.1016/S0008-6223(98)00174-2.

[9] Lillo-Ródenas M.A., Cazorla-Amorós D., Linares-Solano A. Understanding chemical reactions between carbons and NaOH and KOH: an insight into the chemical activation mechanism. Carbon. 2003;41:267–275. doi:10.1016/S0008-6223(02)00279-8.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ Zn (II) С ГЛУТАРОВОЙ КИСЛОТОЙ И ВИТАМИНОМ В₃

Газиева Азиза Суннатовна, Сманова Зулайхо Асаналиевна

Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, город Ташкент,

Республика Узбекистан

e-mail: aziza_analitik@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты синтеза и спектроскопического исследования смешаннолигандных координационных соединений Zn(II) с глутаровой кислотой и витамином В₃ — никотиновой и изоникотиновой кислотами. Состав и строение синтезированных соединений исследованы методами комплексонометрического анализа, ИК-спектроскопии, рентгенофазового и термического анализа. По данным ИК-спектроскопии установлено участие карбоксилатных групп лигандов в координации с ионами Zn(II). Анализ характеристических полос свидетельствует о бидентантной координации лигандов в депротонированной форме. Термический анализ показал наличие внешнесферной молекулы воды в одном из комплексов. Полученные результаты подтверждают образование индивидуальных смешаннолигандных координационных соединений Zn(II).

Ключевые слова: цинк(II), координационные соединения, глутаровая кислота, витамин В₃, никотиновая кислота, изоникотиновая кислота, ИК-спектроскопия, карбоксилатная группа, термический анализ.

Abstract. This work presents the synthesis and spectroscopic investigation of mixed-ligand Zn(II) coordination compounds with glutaric acid and vitamin B₃, represented by nicotinic and isonicotinic acids. The composition and structure of the synthesized compounds were studied using complexometric analysis, IR spectroscopy, X-ray diffraction, and thermal analysis. IR spectroscopic data indicate the involvement of carboxylate groups of the ligands in coordination with Zn(II) ions. Analysis of the characteristic absorption bands suggests bidentate coordination of the ligands in their

deprotonated forms. Thermal analysis revealed the presence of an outer-sphere water molecule in one of the complexes. The obtained results confirm the formation of individual mixed-ligand Zn(II) coordination compounds.

Keywords: zinc(II), coordination compounds, glutaric acid, vitamin B3, nicotinic acid, isonicotinic acid, IR spectroscopy, carboxylate group, thermal analysis.

Annotatsiya. Ushbu ishda Zn(II) ionining glutar kislota va vitamin B3 — nikotin hamda izonikotin kislotalari bilan hosil qilgan aralash ligandli koordinatsion birikmalarining sintezi va spektroskopik tadqiqot natijalari keltirilgan. Sintez qilingan birikmalarining tarkibi va tuzilishi kompleksonometrik tahlil, IQ-spektroskopiya, rentgenofazaviy va termik tahlil usullari yordamida o'rganildi. IQ-spektroskopiya natijalari ligandlarning karboksilat guruhlarini Zn(II) ionlari bilan koordinatsiyada ishtirok etishini ko'rsatdi. Xarakterli yutilish polosalarining tahlili ligandlarning deprotonlangan shaklda bidentat koordinatsiyalanishini ko'rsatdi. Termik tahlil natijasida komplekslardan birida tashqi sferadagi suv molekulasini mavjudligi aniqlandi. Olingan natijalar individual aralash ligandli Zn(II) koordinatsion birikmalari hosil bo'lganligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: rux(II), koordinatsion birikmalar, glutar kislota, vitamin B3, nikotin kislota, izonikotin kislota, IQ-spektroskopiya, karboksilat guruhi, termik tahlil.

Нередко комплексные соединения металлов с лекарственными препаратами обладают не только большей биологической активностью по сравнению с исходными лигандами, но имеют и более широкий спектр действия. [1] Цинк как микроэлемент в организме оказывает благоприятное влияние на липидные, углеводные обмены и необходим для нормальной секреции инсулина. [2-3] Поэтому изучение биологической активности новых комплексных соединений с металлами является актуальной задачей в связи с возможным их практическим использованием и может служить теоретической основой для целенаправленного синтеза соединений с заданными свойствами. На основании вышеизложенного проведен целенаправленный синтез и изучение физико-химических свойств смешаннолигандных координационных соединений Zn (II) с биолигандами – глутаровой кислотой, витамином В₃ и его изомером.

При выполнении настоящего исследования применялись азотнокислая соль цинка и едкий натр марки «ч.д.а». Лиганды – глутаровая кислота, никотиновая и изоникотиновая кислоты марки «фармакопейный». Анализ выделенного соединения на содержание металла проводили комплексонометрически. Температуру плавления полученных комплексов определяли на приборе ТУ-25. Для установления чистоты и индивидуальности полученных комплексов снимали рентгенограммы на установке ДРОН-2,0 с медным антикатодом. ИК-спектры снимали на ИК-Фурье-спектрофотометре «PERKIN-ELMER» в диапазоне 400-4000 см⁻¹. Термическое исследование проводили на дериватографе системы F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey фирмы «МОН» (Венгрия).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Синтез [Zn(ГЛК-Н)(НК-Н)] и [Zn(ГЛК-Н)(ИНК-Н)]·H₂O. 0,006 моля NaOH и 0,006 моля НК и ИНК растворили в 5 мл воды. К раствору натриевой соли НК и ИНК добавили раствор 0,006 моля NaOH и 0,006 моля ГЛК в 5 мл воды. При прибавлении к раствору лигандов 0,006 моля

водного раствора $Zn(NO_3)_2$ выпадал осадок, который перемешивали на магнитной мешалке в течении 2 суток. Осадок отфильтровали, несколько раз промывали водой и эфиром. Результаты элементного анализа и некоторые физико-химические свойства синтезированных соединений приведены в таблице 1,2.

В ИК-спектре дикарбоновой кислоты имеются полосы, характерные для карбоновых кислот: широкое поглощение при $2500-3000\text{ см}^{-1}$, интенсивная полоса при 1720 см^{-1} и полосы при $1410, 1255\text{ см}^{-1}$. При переходе от спектра дикарбоновой кислоты к спектрам комплексов с металлами наблюдается исчезновение полосы карбоксильной группы и появление двух интенсивных полос карбоксилатной группы при $1580-1540$ и $1435-1400\text{ см}^{-1}$. Это, вероятно, свидетельствует о замещении водорода карбоксильной группы лиганда на металл. В ИК-спектре натриевой соли никотиновой кислоты $Na(HK-H)$ полосы валентных и плоских деформационных колебаний кольца проявляются при $1592, 1570, 1035\text{ см}^{-1}$. При переходе от спектров $Na(HK-H)$, $Na(INHK-H)$ к спектрам их комплексов данная полоса изменяется незначительно, следовательно, анионы кислот некоординированы с участием гетероатома азота. В координации, вероятно, участвуют атомы кислорода карбоксилатной группы. При этом $\Delta\nu(COO)$, т.е. разница между $\nu_{as}(COO)$ и $\nu_s(COO)$ для $Na(HK-H)$, $Na(INHK-H)$ и их комплексов составляет соответственно 206, 190, 210 и 204 см^{-1} .

По дериватографическим исследованиям молекула воды в комплексе является внешнесферной.

ВЫВОДЫ

Методами ИК-спектроскопии и дериватографии установлено, что лиганды глутаровая, никотиновая и изоникотиновая кислота координируются к $Zn(II)$ бидентантно в депротонированной форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Frei A. Metal complexes as a promising source for new antibiotics // Chem. Sci. 2020. Т. 11, № 10. С. 2627–2639. DOI: 10.1039/C9SC06460E.
- [2] Yadav A., Yadav S., Kamboj A., Phogat B., Poonia K. Bioactivity profile of Schiff Base complexes of copper, cobalt, zinc, and nickel: A five-year review // Inorg. Chem. Commun. 2025. Т. 181. С. 115151. DOI: 10.1016/j.inoche.2025.115151.
- [3] Deswal Y. Cobalt(II), nickel(II), copper(II) and zinc(II) complexes of thiadiazole based Schiff base ligands: Synthesis, structural characterization, DFT, antidiabetic and molecular docking studies // J. Mol. Struct. 2022. Т. 1253. С. 132266. DOI: 10.1016/j.molstruc.2021.132266.
- [4] A.S. Gazieva, M.Fathullaeva, S.V. Kolesnik, U.A. Umarov Synthesis of biologically active substances based on coordination compounds of copper (II) with acetylacetone and salicylic acid// International Journal of Psychosocial Rehabilitation, 2020. Volume 24 - Issue 8– p. 6504-6511.

СИНТЕЗ АЗОТСОДЕРЖАЩЕГО ЛИГАНДА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ОЛОВОСОДЕРЖАЩИХ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Нуруллаева Зарина Валиевна, Адизов Бобиржон Замирович, Balakrishnan
Chellakarungu

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент,
Узбекистан

e-mail: zarinanurullaeva82@gmail.com

Аннотация. Разработан подход к синтезу азотсодержащего органического лиганда, перспективного для применения в Sn(II)-содержащих перовскитных системах. Синтез проводили на основе производного пиридина с последующим взаимодействием полученного промежуточного соединения с оловосодержащей системой. В качестве источника Sn(II) использовали SnI₂. Выбор Sn(II)-содержащей системы обусловлен перспективностью оловосодержащих перовскитов для фотоэлектрических применений и необходимостью стабилизации Sn²⁺ в процессе формирования материала. Особое внимание уделено возможности координационного взаимодействия азотсодержащего органического компонента с ионами Sn²⁺, что представляет интерес для регулирования химического окружения олова и процессов формирования кристаллической фазы. Полученный органический компонент рассматривается как перспективная составляющая координационных систем на основе Sn(II). Полученные соединения представляют интерес как потенциальные компоненты при разработке функциональных материалов для перовскитных солнечных элементов.

Ключевые слова: органический лиганд, Sn(II), SnI₂, координационные соединения, перовскиты, солнечные элементы.

Abstract. An approach for the synthesis of a nitrogen-containing organic ligand with potential application in Sn(II)-based perovskite systems was developed. The synthesis was performed using a pyridine derivative, followed by interaction of the obtained intermediate compound with a tin-containing system. SnI₂ was used as the Sn(II) source. The choice of the Sn(II)-based system is associated with the potential of tin-based perovskites for photovoltaic applications and the need to stabilize Sn²⁺ during material formation. Particular attention was paid to the possibility of coordination interaction between the nitrogen-containing organic component and Sn²⁺ ions, which is of interest for regulating the chemical environment of tin and the processes of crystal-phase formation. The obtained organic component can be considered a promising constituent of Sn(II)-based coordination systems. The obtained compounds are of interest as potential components for the development of functional materials for perovskite solar cells.

Keywords: organic ligand, Sn(II), SnI₂, coordination compounds, perovskites, solar cells.

Annotatsiya. Sn(II) saqlovchi perovskit tizimlarida qo'llash uchun istiqbolli azot saqlovchi organik ligandni sintez qilish yondashuvi ishlab chiqildi. Sintez piridin hosilasi asosida olib borilib, hosil bo'lgan oraliq birikma keyingi bosqichda qalay saqlovchi tizim bilan o'zaro ta'sirga kiritildi. Sn(II) manbai sifatida SnI₂ ishlatildi. Sn(II) tizimini tanlash qalay asosidagi perovskitlarning fotoelektrik qo'llanilishi va material hosil bo'lish jarayonida Sn²⁺ ionlarini barqarorlashtirish zarurati bilan bog'liq. Azot saqlovchi organik komponentning Sn²⁺ ionlari bilan koordinatsion o'zaro

ta'sirlashish imkoniyatiga alohida e'tibor qaratildi. Bunday o'zaro ta'sir qalayning kimyoviy muhitini hamda kristall fazaning shakllanish jarayonlarini boshqarish nuqtayi nazaridan qiziqish uyg'otadi. Olingan organik komponent Sn(II) asosidagi koordinatsion tizimlarning istiqbolli tarkibiy qismi sifatida qaralishi mumkin. Olingan birikmalar perovskit quyosh elementlari uchun funksional materiallarni ishlab chiqishda potensial komponentlar sifatida qiziqish uyg'otadi.

Kalit so'zlar: organik ligand, Sn(II), SnI₂, koordinatsion birikmalar, perovskitlar, quyosh elementlari.

ВВЕДЕНИЕ

Перовскитные материалы рассматриваются как перспективный класс фотоактивных соединений для солнечной энергетики благодаря сочетанию высоких оптоэлектронных характеристик и технологичности получения. В этом направлении значительный интерес представляют оловосодержащие галогенидные перовскиты, рассматриваемые как потенциальная альтернатива свинецсодержащим системам. Вместе с тем их практическое применение ограничивается высокой чувствительностью Sn²⁺ к окислению до Sn⁴⁺, что способствует формированию дефектных состояний и снижению стабильности материала [1].

Одним из подходов к стабилизации Sn(II)-содержащих перовскитов является лигандная инженерия, позволяющая регулировать координационное окружение олова, процессы кристаллизации и дефектную структуру материала. Показано, что введение функциональных лигандов, способных координироваться с Sn²⁺, может одновременно способствовать подавлению его окисления и снижению концентрации дефектов в перовскитной структуре [2].

В связи с этим разработка новых азотсодержащих органических лигандов, способных к взаимодействию с Sn(II), представляет интерес для создания функциональных материалов на основе оловосодержащих перовскитов.

Целью настоящей работы являлся синтез нового азотсодержащего органического лиганда, перспективного для применения в Sn(II)-содержащих системах при разработке функциональных материалов для перовскитных солнечных элементов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе исследован многостадийный подход к получению азотсодержащего органического соединения на основе производного пиридина с последующим его взаимодействием с системой Sn(II). На первой стадии проводили модификацию пиридинового фрагмента органическим алкилирующим реагентом в растворе при контролируемой температуре с последующим выделением промежуточного продукта. Подобная схема получения производных пиридиниевого типа соответствует экспериментальным материалам работы.

На следующей стадии промежуточное органическое соединение вводили во взаимодействие с оловосодержащей системой на основе SnI₂. Выбор йодида олова(II) обусловлен необходимостью формирования Sn(II)-содержащей координационной системы. В качестве среды использовали полярный органический растворитель, обеспечивающий взаимодействие исходных компонентов и последующее формирование кристаллической фазы. Для одной из исследованных систем в качестве органического компонента использовали 4-цианопиридин, HI и SnI₂ в среде DMF.

Формирование продукта осуществляли методом медленной кристаллизации. Данный подход обеспечивает постепенное пересыщение раствора и формирование кристаллической фазы, что представляет интерес для получения координационных соединений с упорядоченной структурой.

Для установления состава и строения полученных соединений планируется использовать комплекс физико-химических методов, включая ИК-спектроскопию, элементный анализ, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведённых исследований разработан многостадийный подход к получению азотсодержащего органического соединения, перспективного в качестве лиганда для Sn(II)-содержащих систем. На первой стадии проводили модификацию производного пиридина с последующим выделением промежуточного продукта. Далее полученное соединение вводили во взаимодействие с системой на основе SnI₂.

Общая последовательность синтеза и перспективного применения полученного лиганда представлена на рис. 1.

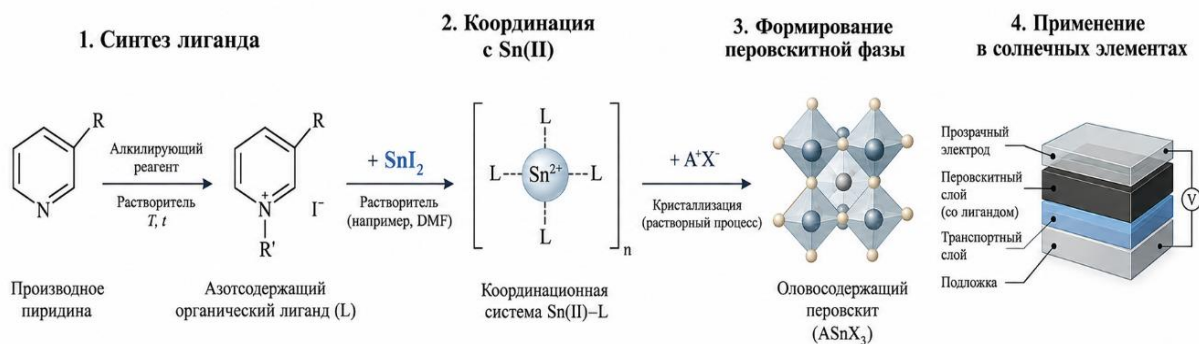


Рис. 1. Схематическое представление синтеза азотсодержащего органического лиганда, его предполагаемого координационного взаимодействия с Sn(II) и перспективного применения при формировании оловосодержащих перовскитных материалов для солнечных элементов.

Выбор азотсодержащего органического компонента обусловлен наличием донорного центра, способного участвовать в координационном взаимодействии с ионами Sn²⁺. Пиридиновый фрагмент представляет интерес как структурная основа лиганда, поскольку его электронные и координационные характеристики могут изменяться посредством направленной функционализации. Это позволяет рассматривать синтезируемое соединение не только как органический компонент, но и как потенциальный регулятор химического окружения Sn(II).

Использование SnI₂ в качестве источника олова позволяет сформировать систему на основе Sn(II), представляющую интерес для последующего получения оловосодержащих галогенидных перовскитов. Принципиальное значение при этом имеет сохранение олова в степени окисления +2, поскольку склонность Sn²⁺ к окислению до Sn⁴⁺ является одним из факторов, осложняющих получение стабильных Sn-содержащих перовскитных материалов. Введение координационно-активного органического компонента может рассматриваться как один из подходов к регулированию химического окружения Sn(II).

Важным этапом исследуемого подхода является формирование кристаллической фазы методом медленной кристаллизации. В соответствии с экспериментальной схемой после

смешения компонентов раствор выдерживали в течение продолжительного времени, что обеспечивало постепенное пересыщение системы и формирование кристаллов. Такой подход представляет интерес для получения координационных соединений с более упорядоченной структурой.

Таким образом, предложенная схема объединяет последовательные стадии получения органического лиганда, формирования Sn(II)-содержащей координационной системы и её перспективного использования при создании оловосодержащих перовскитных материалов. При этом конкретная структура целевого соединения и характер его координации требуют дополнительного экспериментального подтверждения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан подход к синтезу нового азотсодержащего органического лиганда, перспективного для формирования Sn(II)-содержащих координационных систем. В качестве источника олова использован SnI_2 , что позволило ориентировать исследование на получение систем на основе Sn(II), представляющих интерес для разработки оловосодержащих перовскитных материалов.

Полученный органический компонент рассматривается как потенциальный инструмент регулирования координационного окружения Sn^{2+} , процессов кристаллизации и структурообразования. Полученные результаты создают основу для дальнейшего исследования синтезированного соединения и оценки его влияния на формирование и свойства материалов, перспективных для применения в перовскитных солнечных элементах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chen P., He D., Yan Y. et al. Efficiency and durability of tin halide perovskite photovoltaics // Nature Reviews Clean Technology. — 2026. — DOI: 10.1038/s44359-026-00210-0.
2. Khadka D.B., Shirai Y., Yanagida M., Tadano T., Miyano K. Alleviating Defect and Oxidation in Tin Perovskite Solar Cells Using a Bidentate Ligand // Chemistry of Materials. — 2023. — Vol. 35, No. 11. — P. 4250–4258. — DOI: 10.1021/acs.chemmater.3c00243.

TARKIBIDA METALL TUTGAN OLIGOMER ANTIPIRENLAR VA KOMPOZITLARNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

Nurqulov Eldor Nurmuminovich

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

e.mail: myeldor685@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda tarkibida metall ionlari mavjud bo'lgan oligomer antipirenlar va ular asosida olingan kompozit materiallarning fizik-kimyoviy xossalari, termik barqarorligi hamda yong'inga chidamlilik xususiyatlari tahlil qilingan. Metall tutgan oligomer birikmalarning tarkibi va tuzilishi ularning yuqori harorat ta'siridagi parchalanish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi, shuningdek, hosil bo'ladigan himoya qatlaminin barqarorligini oshirishi mumkin. Bunday kompozitsiyalarda fosfor, azot va metall komponentlarining birgalikdagi ta'siri natijasida issiqlik ta'sirida himoyalovchi uglerod qatlam hosil bo'lishi va yonuvchi materialning termik parchalanish tezligi kamayishi kuzatiladi.

Kalit so‘zlar: oligomer antipiren, metall tutgan birikmalar, kompozit, fizik-kimyoviy xossalar, termik barqarorlik, yong‘inga chidamlilik, fosfor, azot, metall ionlari, karbonlashgan qatlam.

Аннотация. В данной работе проанализированы физико-химические свойства, термическая устойчивость и огнестойкость олигомерных антипиренов, содержащих ионы металлов, а также композиционных материалов, полученных на их основе. Состав и структура металлсодержащих олигомерных соединений могут оказывать существенное влияние на процесс их разложения при воздействии высоких температур, а также способствовать повышению устойчивости образующегося защитного слоя. В таких композициях совместное действие фосфор-, азот- и металлсодержащих компонентов способствует формированию защитного углеродного слоя под воздействием тепла и снижению скорости термического разложения горючего материала.

Ключевые слова: олигомерный антипирен, металлсодержащие соединения, композиционный материал, физико-химические свойства, термическая устойчивость, огнестойкость, фосфор, азот, ионы металлов, карбонизированный слой.

Abstract. This thesis analyzes the physicochemical properties, thermal stability, and fire resistance of oligomeric flame retardants containing metal ions, as well as composite materials based on them. The composition and structure of metal-containing oligomeric compounds can significantly influence their decomposition behavior under high-temperature exposure and contribute to increasing the stability of the protective layer formed. In such composites, the combined action of phosphorus-, nitrogen-, and metal-containing components promotes the formation of a protective carbon layer under thermal exposure and reduces the rate of thermal decomposition of the combustible material.

Keywords: oligomeric flame retardant, metal-containing compounds, composite material, physicochemical properties, thermal stability, fire resistance, phosphorus, nitrogen, metal ions, carbonized layer.

Qurilish va texnik materiallarning yong‘inga chidamliligini oshirishda antipirenarning ahamiyati katta. Ayniqsa, tarkibida metall tutgan oligomer antipirenlardan foydalanish materiallarning yuqori haroratga chidamliligini oshirish bilan birga, ularning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini boshqarish imkonini beradi. Oligomer tuzilishiga metall komponentlarning kiritilishi makromolekulyar tizimning termik parchalanish mexanizmiga ta’sir ko‘rsatib, yuqori haroratda barqaror himoya qatlamining shakllanishiga yordam beradi[1].

Metall tutgan oligomer antipirenlarning samaradorligi ularning kimyoviy tarkibi, funksional guruhleri, metall ionlarining tabiati va oligomer zanjiridagi joylashish holatiga bog‘liq. Metall komponentlar fosfor va azot tutuvchi funksional guruhlar bilan birgalikda ta’sirlashganda, qizdirish jarayonida material yuzasida issiqlikni yomon o‘tkazuvchi va kislorodning ichki qatlamlarga kirishini cheklovchi himoya qatlami hosil qiladi va kompozitning yonish jarayonini sekinlashtirib materialning yuqori harorat ta’sirida yemirilishini kamaytiradi. Olingan kompozitlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini baholashda termogravimetrik tahlil, differensial termik tahlil, infraqizil spektroskopiya va boshqa instrumental usullardan foydalanish mumkin. Termik tahlil natijalari orqali boshlang‘ich parchalanish harorati, maksimal massa yo‘qotilishi kuzatiladigan harorat oralig‘i va

yuqori haroratda hosil bo'ladigan qoldiq miqdorini aniqlash imkoniyati mavjud. Qoldiq massa miqdorining ortishi kompozitning termik barqarorligi va uglerod qatlam hosil qilish jarayonining samaradorligi bilan bog'liq[2,3].

Metall tutgan oligomer antipirenlarni polimer bilan modifikatsiyasida kompozitning issiqlikka chidamliligi bilan bir qatorda, uning sirt xususiyatlari, adgeziyasi va mexanik mustahkamligi ham o'zgaradi. Shu sababli antipiren tarkibini tanlashda faqat yong'inga chidamlilik ko'rsatkichlarini emas, balki kompozitning ekspluatatsion xususiyatlarini ham hisobga olish muhimdir. Metall komponentning miqdorini optimal darajada tanlash materialning umumiy xususiyatlarini yaxshilash imkonini beradi[4].

Tarkibida metall tutgan oligomer antipirenlar asosidagi kompozitlar yuqori harorat ta'sirida himoya qatlamini shakllantirish, termik parchalanishni sekinlashtirish va materialning yong'inga chidamliligini oshirish imkonini beruvchi istiqbolli materiallar hisoblanadi. Ularning fizik-kimyoviy xossalari kompleks tadqiq qilish orqali tarkib va texnologik parametrlarning optimal nisbatini aniqlash mumkin. Bunday kompozitlardan metall konstruksiyalar, polimer materiallar, qurilish materiallari va boshqa texnik materiallarni yong'indan himoyalashda foydalanish imkoniyatlari beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] H. Jian, et al., Research progress on the improvement of flame retardancy, hydrophobicity, and antibacterial properties of wood surfaces, *Polymers (Basel)* 15 (4) (Feb 15 2023), <https://doi.org/10.3390/polym15040951>.

[2] C. Chen, et al., Structure–property–function relationships of natural and engineered wood, *Nat. Rev. Mater.* 5 (9) (2020) 642–666, <https://doi.org/10.1038/s41578-020-0195-z>.

[3] Нуркулов Э.Н. Исследование физико-химических свойств огнезащитных покрытий на основе эпоксидной смолы //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 6. – №. 5 (122). – С. 50-52.

[4] Нарзуллаев А.Х. Создание новых типов многофункциональных композиций ингибиторов коррозии на основе фосфора, серы, азота, в том числе кратоновых альдегидов //Universum: технические науки. – 2021. – №. 12-5 (93). – С. 14-16.

AZOT, FOSFOR TUTGAN QAVARIQLANUVCHI QOPLAMALARNING TERMIK TAHLILI

E.N.Nurqulov., A.A.Rahmonqulov

Qarshi davlat texnika universiteti

Qarshi, O'zbekiston

e.mail: myeldor685@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada metall konstruksiyalarni yong'in va yuqori harorat ta'siridan himoyalashda qo'llaniladigan zamonaviy qavariqlanuvchi qoplamalarning xususiyatlari va termik barqarorligi o'rganilgan. An'anaviy yong'indan himoyalash materiallarining konstruksiyaga qo'shimcha yuk hosil qilishi hamda zamonaviy qurilish talablariga muvofiq yengil va samarali himoya qoplamalaridan foydalanish zarurati yoritilgan. Akril kislota sopolimeri va ammoniy polifosfat asosidagi kompozit qoplamaning yuqori harorat ta'sirida qavariqlanish jarayoni tahlil

qilingan. Termik tahlil natijalariga ko'ra, qoplamaning parchalanish jarayoni asosan 110–425 °C va 430–780 °C harorat oralig'ida kechishi aniqlangan. Birinchi harorat oralig'ida intensiv parchalanish jarayoni kuzatilib, umumiy massa yo'qotilishining 52,65 % ini tashkil etishi aniqlangan. Olingan natijalar tadqiq etilgan qoplamaning yuqori harorat ta'sirida himoya qatlamini hosil qilishi va metall konstruksiyalarning yong'inga chidamliligini oshirish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Metall konstruksiya, yong'indan himoyalash, qavariqlanuvchi qoplama, yong'inbardosh qoplama, akril kislota sopolimeri, ammoniy polifosfat, termik barqarorlik, DTGA, termogravimetrik tahlil, yuqori harorat, issiqlikdan himoyalash, uglerod qatlami.

Аннотация: В данной статье исследованы свойства и термическая устойчивость современных вспучивающихся покрытий, применяемых для защиты металлических конструкций от воздействия огня и высоких температур. Рассмотрено влияние традиционных огнезащитных материалов на увеличение дополнительной нагрузки на конструкции, а также обоснована необходимость применения лёгких и эффективных защитных покрытий в соответствии с современными требованиями строительства. Проанализирован процесс вспучивания композиционного покрытия на основе сополимера акриловой кислоты и полифосфата аммония при воздействии высоких температур. Согласно результатам термического анализа, процесс разложения покрытия преимущественно протекает в температурных интервалах 110–425 °C и 430–780 °C. В первом температурном интервале наблюдается интенсивный процесс разложения, составляющий 52,65 % общей потери массы. Полученные результаты показывают, что исследуемое покрытие при воздействии высоких температур способно формировать защитный слой и повышать огнестойкость металлических конструкций.

Ключевые слова: Металлическая конструкция, огнезащита, вспучивающееся покрытие, огнезащитное покрытие, сополимер акриловой кислоты, полифосфат аммония, термическая устойчивость, ДТГА, термогравиметрический анализ, высокая температура, теплозащита, углеродный слой.

Abstract: This article investigates the properties and thermal stability of modern intumescent coatings used to protect metal structures from fire and high-temperature exposure. The additional load imposed on structures by traditional fire-protection materials is considered, along with the need to use lightweight and effective protective coatings in accordance with modern construction requirements. The intumescence process of a composite coating based on an acrylic acid copolymer and ammonium polyphosphate under high-temperature exposure was analyzed. According to the results of thermal analysis, the decomposition of the coating mainly occurs within the temperature ranges of 110–425 °C and 430–780 °C. An intensive decomposition process was observed in the first temperature range, accounting for 52.65% of the total mass loss. The obtained results demonstrate that the investigated coating is capable of forming a protective layer under high-temperature exposure and can improve the fire resistance of metal structures.

Keywords: Metal structure, fire protection, intumescent coating, fire-resistant coating, acrylic acid copolymer, ammonium polyphosphate, thermal stability, DTGA, thermogravimetric analysis, high temperature, thermal protection, carbon layer.

KIRISH

Beton qorishmalari, gips asosidagi materiallar hamda boshqa issiqlikdan himoyalovchi vositalar metall konstruksiyalarni yong‘inning zararli ta‘siridan muhofaza qilish maqsadida qo‘llanilib kelinmoqda. Mazkur usullar konstruksiyalarning yuqori harorat ta‘siriga chidamliligini oshirish imkonini bergan bo‘lsa-da, himoya qatlamining katta massaga ega bo‘lishi natijasida konstruksiyaga qo‘shimcha yuk tushishiga olib keladi. Bundan tashqari, bunday himoyalash usullari binolarning arxitekturaviy yechimlari va qurilish jarayonida ma‘lum cheklovlarni yuzaga keltirishi mumkin [1].

Hozirgi zamon shaharsozligi va qurilishida binolarning konstruktiv massasini kamaytirish, foydalaniladigan materiallarning funksional xususiyatlarini yaxshilash hamda estetik talablarga javob beradigan yechimlarni ishlab chiqishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Shu munosabat bilan qurilish materiallari bozorida yengil, yupqa qatlam hosil qiluvchi va yuqori harorat ta‘sirida himoya xususiyatlarini namoyon qiluvchi zamonaviy yong‘indan himoyalovchi materiallar keng qo‘llanila boshladi. Jumladan, metall konstruksiyalarni yong‘in va issiqlik ta‘siridan muhofaza qilishda suv asosidagi bo‘yoqlar, laklar, maxsus himoya qoplamalari hamda boshqa samarali texnologiyalardan foydalanish an‘anaviy og‘ir himoya qatlamlariga muqobil yechim sifatida shakllandi[2].

Qavariqlanuvchi qoplama bilan himoyalangan metall konstruksiyali inshootlarda yong‘in sodir bo‘lganda, o‘zidan gaz hosil qilib, qavariqlanadi va uglerod qatlamlarini hosil qiladi, bu issiqlik to‘sig‘i vazifasini bajarib binoning strukturaviy yaxlitligini saqlaydi[3,4].

Akril kislota sopolimeri bilan polifosfat ammoniyning kompozitlari asosidagi yong‘inbardosh qavariqlanuvchi qoplamaning derivatogrammasida dinamik termogravimetrik analiz egri chizig‘i (DTGA) (2-egri chiziq) tahlili shuni ko‘rsatadiki, DTGA egri chizig‘i asosan 2 ta intensiv parchalanadigan temperatura oralig‘ida amalga oshadi. 1-parchalanadigan oraliq 110-425⁰C temperaturaga, 2- parchalanadigan oraliq esa 430-780 ⁰C temperaturaga mos keladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, 1-parchalanadigan oraliqda intensiv parchalanish jarayoni sodir bo‘ladi. Bu oraliqda parchalanishning miqdori, parchalanishning 52.65 % ya‘ni 13.32 mg amalga oshadi.

Akril kislota sopolimeri va akril kislota sopolimeri bilan polifosfat ammoniyning kompozitlari asosidagi yong‘inbardosh qavariqlanuvchi qoplamaning termik tahlillarini o‘rganish natijasida, qoplamaning issiqlikka chidamliligini ko‘rish mumkin. Ishlab chiqilgan o‘tga chidamli qoplama qurilayotgan qurilish ob‘yekti sharoitida qurilish inshootlarining yong‘inga chidamlilik chegaralarini oshirish, inshootlarni yong‘indan himoya qilish yoki sanoat bino va inshootlarida sanoat muhitida qoplama yong‘indan himoyalash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Набиев Д. А., Тураев Х. Х., Джалилов А. Т. Физико-химические свойства и сэм анализ фосфор, азот и металлосодержащего органического олигомера //Universum: технические науки. – 2021. – №. 2-3. – С. 42-45.
2. Нуркулов Э. Н. Исследование физико-химических свойств огнезащитных покрытий на основе эпоксидной смолы //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 6. – №. 5 (122). – С. 50-52.
3. Нуралиев Г. Т. и др. Синтез и исследование олигомера на основе диметилломочевины и ортофосфорной кислоты //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 11-1 (77). – С. 70-73.

4. Нарзуллаев А. Х. Производство новых олигомерных ингибиторов коррозии, содержащих азотистые и металлоорганические соединения, и использование их в качестве антикоррозионных средств //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 8. – №. 11 (128). – С. 34-37.

YANGI TARKIBLI QAVARIQLANUVCHI QOPLAMANING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

E.N.Nurqulov., A.A.Rahmonqulov

Qarshi davlat texnika universiteti

O'zbekiston, Qarshi

e.mail: myeldor685@gmail.com

Annotatsiya: Metall konstruksiyalarning yong'in ta'sirida issiqlikka barqarorligini oshirishda yong'inbardosh qavariqlanuvchi qoplamalarning xususiyatlari muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday qoplamalarning samaradorligini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri qavariqlanish koeffitsiyenti hisoblanadi. Mazkur maqolada yong'inbardosh qavariqlanuvchi qoplamalarning qavariqlanish koeffitsiyentini hisoblash usuli keltirilgan.

Kalit so'zlar: Qoplama, yong'inbardosh, xomashyo, qavariqlanish koeffitsiyenti, issiqlik, po'lat yuzasi, sirt, yupqa qatlam, metall plastinka, mufelniy pech, qatlam qalinligi.

Аннотация: Свойства огнезащитных вспучивающихся покрытий имеют важное значение для повышения термической устойчивости металлических конструкций при воздействии огня. Одним из основных показателей, характеризующих эффективность таких покрытий, является коэффициент вспучивания. В данной статье приведён метод расчёта коэффициента вспучивания огнезащитных вспучивающихся покрытий.

Ключевые слова: покрытие, огнезащитный, сырьё, коэффициент вспучивания, тепло, поверхность стали, поверхность, тонкий слой, металлическая пластинка, мuffleная печь, толщина слоя.

Abstract: The properties of fire-resistant intumescent coatings play an important role in increasing the thermal stability of metal structures under fire exposure. One of the main indicators characterizing the effectiveness of such coatings is the intumescence coefficient. This article presents a method for calculating the intumescence coefficient of fire-resistant intumescent coatings.

Keywords: coating, fire-resistant, raw material, intumescence coefficient, heat, steel surface, surface, thin layer, metal plate, muffle furnace, coating thickness.

KIRISH

Ko'p qavatli binolarni qurishda po'lat konstruksiyalardan foydalanish odatiy holdir. Dunyo bo'ylab ishlab chiqarilgan po'latning katta qismi qurilish qurilish sohasida ishlatiladi. Po'latdan yasalgan konstruksiyali binolar an'anaviy qurilish usullariga nisbatan juda ko'p afzalliklarga ega, ammo bitta muhim kamchilikka ega, ya'ni binoda yong'in sodir bo'lganda, himoyalanmagan po'latning harorati tezda po'lat "yumshab ketadigan" darajaga ko'tariladi, oqibatda mustahkamligi pasayadi va strukturaning yaxlitligi yo'qoladi. Vaqt o'tishi bilan bino qulab tushadi, ammo bu sodir

bo'lishidan ancha oldin strukturaning egiluvchanligi panellar, qoplamalar va hokazolarning sinishiga olib keladi va bu binoni evakuatsiya qilishga urinayotgan odamlar va yong'inni o'chirishga urinayotgan o't o'chiruvchilar uchun katta xavf tug'diradi.

Issiqlik ta'sirida yong'inbardosh qavariqlanuvchi qoplamalar po'lat yuzasida qalin yuqori darajada izolyatsiya qiluvchi ko'pik hosil qiladi. Qavariqlanuvchi yong'inbardosh qoplamalarni bir necha xil turlari mavjud bo'lib ularning afzalliklari shundaki, asosan yengil yupqa qatlamli bo'lib, katta hajimdagi yuzalar qoplanganda konstruksiyaga og'irlik yuki boshqa qalin qoplamalarga nisbatan sezilarli darajada samaradorlikka ega. Bundan tashqari olingan qoplamalar issiqlik ta'siridan samarali himoya qiladi hamda har xil mexanizatsiyalashgan usullar yordamida yuzaga surtilishi mumkin [1].

Metall konstruksiyalarni yong'in ta'sirida kelib chiqadigan issiqlika barqarorligini oshirishda sezilarli ta'sir ko'rsatadigan xususiyatlardan biri yong'inbardosh qavariqlanuvchi qoplamalarni - qavariqlanish koeffitsiyenti (QK) hisoblanadi. Qavariqlanish koeffitsiyenti GOST 12.1.044-89 asosida hisoblab topiladi.

Unga ko'ra tadqiq etilayotgan qoplama metall plastinka yuzasiga 1 mm qoplanadi va 600°S haroratda 5 minut davomida mufelniy pechga qo'yiladi.

Qavariqlanish koeffitsiyentini (Kvs.) aniqlashda qavariqlangan (intumessent) qatlamni qalinligi (hvs.) hamda qoplamaning boshlang'ich qatlami (h0):

$$Kvs. = hvs. / h0$$

Tarkibiga 25% massada turli xil tarkibli mahalliy xomashyolar asosida olingan antipirenlar qo'shilgan yong'inbardosh qavariqlanuvchi qoplamalarning qavariqlanish koeffitsiyentini o'rganish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Антипирен для защиты древесины от горения // Universum: Технические науки: электрон. науч. журн. - 2020. №1(70). с-71.

KIMYO DARSLARIDA VIRTUAL LABORATORIYALAR VA 3D MODELLASHTIRISH DASTURLARIDAN FOYDALANISH

Saparbaeva Zamira Bazarbaevna

O'zbekistan Respublikasi IIV Nukus "Temurbeklar maktabi" harbiy-akademik litseyi kimyo fani

o'qituvchisi

saparbaeva757@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi umumiy o'rta va oliy ta'lim muassasalarida kimyo fanini o'qitish jarayonida virtual laboratoriyalar hamda 3D modellash dasturlaridan foydalanishning ilmiy-pedagogik asoslari va o'qitish metodikasi chuqur tahlil qilingan. Raqamli ta'lim texnologiyalari, xususan, PHeT, Crocodile Chemistry va Avogadro dasturlarining dars samarasini oshirish, o'quvchilarning fazoviy tafakkurini rivojlantirish hamda abstrakt kimyoviy tushunchalarni vizuallashtirishdagi roli yoritilgan. An'anaviy ta'limning texnik va iqtisodiy cheklovlarini bartaraf etishda raqamli modellash dasturlarining o'rni eksperimental tarzda ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: kimyo ta'limi, virtual laboratoriya, 3D modellash dasturlari, fazoviy tafakkur, vizuallashtirish, raqamli pedagogika, dars samaradorligi.

Аннотация. В данном тезисе глубоко анализируются научно-педагогические основы и методика использования виртуальных лабораторий и программ 3D-моделирования в процессе обучения химии в средних общеобразовательных и высших учебных заведениях. Освещена роль цифровых образовательных технологий, в частности программ PHeT, Crocodile Chemistry и Avogadro, в повышении эффективности уроков, развитии пространственного мышления учащихся и визуализации абстрактных химических понятий. Экспериментально показана роль цифрового моделирования в преодолении технических и экономических ограничений традиционного обучения.

Ключевые слова: химическое образование, виртуальная лаборатория, 3D-моделирование, пространственное мышление, визуализация, цифровая педагогика, эффективность урока.

Abstract. This thesis provides a deep analysis of the scientific-pedagogical foundations and methodology of using virtual laboratories and 3D modeling software in the process of teaching chemistry in general secondary and higher education institutions. The role of digital educational technologies, particularly PHeT, Crocodile Chemistry, and Avogadro software, in increasing lesson effectiveness, developing students' spatial thinking, and visualizing abstract chemical concepts is highlighted. The role of digital modeling in overcoming technical and economic limitations of traditional education is experimentally demonstrated.

Keywords: chemistry education, virtual laboratory, 3D modeling, spatial thinking, visualization, digital pedagogy, lesson effectiveness.

KIRISH

Zamonaviy ta'lim tizimini raqamlashtirish sharoitida tabiiy fanlarni, xususan, kimyo fanini o'qitish metodikasini tubdan takomillashtirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Kimyo fani mikrodunyo qonuniyatlari, atom va molekularlarning ko'zga ko'rinmas murakkab tuzilmalari hamda dinamik kimyoviy reaksiyalar bilan uzviy bog'liqdir. Shu sababli, o'quvchilar va talabalarda ushbu fanga oid tushunchalarni faqatgina nazariy yoki ikki o'lchamli doska chizmalari orqali shakllantirish ko'p hollarda kutilgan pedagogik samarani bermaydi. An'anaviy ta'lim tizimidagi kimyoviy laboratoriya tajribalari moddiy-texnik bazaning yetishmasligi, qimmatbaho reagentlarning tanqisligi hamda zaharli gazlar bilan ishlashdagi xavfsizlik cheklovlari tufayli ko'p hollarda to'liq hajmda amalga oshirilmay qolib ketmoqda [1].

Ushbu global muammolarni bartaraf etish va ta'lim sifatini yangi bosqichga olib chiqishda kompyuter texnologiyalari, interaktiv virtual laboratoriyalar va uch o'lchamli (3D) modellash dasturlari pedagogik qurol sifatida maydonga chiqmoqda. Virtual makonda talabalar kimyoviy elementlarning ichki dunyosiga kirishi, reaksiyalarning borish tezligini o'zgartirishi va eng xavfli portlash jarayonlarini ham mutlaqo zararsiz tarzda simulyatsiya qilishi mumkin. Bu esa o'quvchilarning darsga bo'lgan ichki motivatsiyasini oshirib, ularning ilmiy fikrlash doirasini kengaytiradi.

Virtual laboratoriyalar – bu maxsus kompyuter dasturlari va internet platformalari yordamida haqiqiy kimyoviy tajribalarning matematik va vizual modellarini aks ettiruvchi raqamli ta'lim muhitidir. Hozirgi kunda xalqaro miqyosda keng qo'llanilayotgan PHeT Interactive Simulations (Kolorado universiteti), Crocodile Chemistry va Virtual ChemLab kabi dasturlar maktab va oliy

ta'lim kimyo kurslari uchun eng samarali vositalar hisoblanadi [2]. Bu dasturlar yordamida o'quvchi eritmalar tayyorlash, titrlash jarayonlarini bajarishi, moddalarning elektr o'tkazuvchanligini aniqlashi yoki turli metallarning kislotalar bilan reaksiyaga kirishish tezligini vizual kuzatishi mumkin.

Pedagogik nuqtai nazardan virtual laboratoriyalardan foydalanish muammoli va tadqiqotchilikka asoslangan ta'lim tizimini yaratishga xizmat qiladi. Dars jarayonida o'qituvchi o'quvchilarga tayyor natijani aytmasdan, ularga virtual muhitda mustaqil tajriba o'tkazish va xulosalar chiqarish imkonini beradi. Masalan, eritmalar kontsentratsiyasini o'zgartirish orqali rangning to'yinishini yoki harorat pasayganda muvozanatning qaysi tomonga siljishini o'quvchilar o'z ko'zlari bilan interaktiv ko'rib, kimyoviy qonuniyatlarni yodlamasdan, mantiqan tushunib yetadilar [3].

Virtual kimyoviy tizimlarda jarayonlarning to'g'ri borishi murakkab fizik-kimyoviy qonuniyatlar va tenglamalarga asoslangan. Dasturiy ta'minot tarkibida moddalarning termodinamik xossalari, kinetik koeffitsiyentlari va stexiometrik bog'lanishlari matematik modellashirilgan. Masalan, virtual muhitda kimyoviy reaksiyaning tezligi Vant-Goff va Arrenius tenglamalari asosida hisoblanadi:

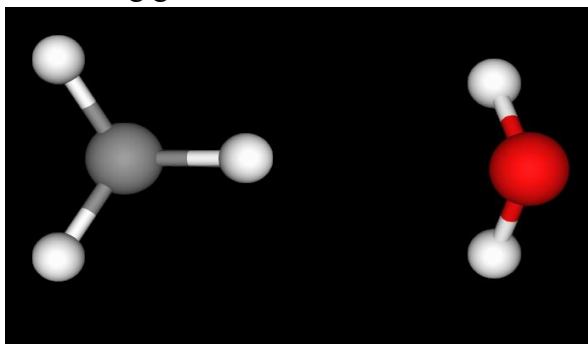
$$v = k \cdot C[A]^a \cdot C[B]^b \quad (1)$$

Ushbu (1) formula yordamida dastur reaksiyaga kirishuvchi moddalar kontsentratsiyasining o'zgarishiga qarab real vaqt rejimida grafiklarni chizib boradi. Bu esa o'quvchilarga kimyo va matematika fanlarining uzviy aloqasini ko'rsatib, ularning tabiiy-ilmiy dunyoqarashini tizimli shakllantirishga yordam beradi.

Kimyo fanining eng qiyin o'zlashtiriladigan bo'limlaridan biri bu organik va norganik moddalarning molekulyar tuzilishidir. An'anaviy darsliklardagi tekis rasmlar molekularlarning uch o'lchamli fazodagi geometrik shaklini, valent burchaklarini va elektron bulutlarining gibridlanishini to'liq ifodalay olmaydi. Bu muammoni hal qilishda ChemSketch, Avogadro, molview va ChemDraw kabi zamonaviy 3D modellashirish dasturlari inqilobiy yechim hisoblanadi [4].

Ushbu dasturlar yordamida o'quvchilar atomlarni o'zaro bog'lab, har qanday murakkablikdagi molekularlarning uch o'lchamli modellarini o'zlari kompyuter ekranida yaratadilar. Molekulalarni turli burchaklardan aylantirib ko'rish, atomlararo masofalarni o'lchash va elektron zichliklarning taqsimlanishini vizual tahlil qilish o'quvchilarda kuchli fazoviy tafakkurni shakllantiradi. Masalan, metan va suv molekularlarining geometriyasini taqqoslash orqali valent burchaklarining farqlanish sabablarini (erkin elektron juftlarining ta'sirini) virtual modellar yordamida tushuntirish juda oson kechadi.

Quyida kimyo darslarida dasturlar vositasida yaratiladigan va o'quvchilar tomonidan mustaqil o'rganiladigan molekulyar tuzilmalarning grafik modellari sxematik tasvirlangan:



(1-rasm. 3D modellashirish dasturida metan (CH₄) tetraedrik va suv (H₂O) burchakli molekularlarining fazoviy tuzilishi sxemasi)

Taklif etilgan raqamli o'qitish metodikasining samaradorligini tekshirish maqsadida ta'lim muassasalarida maxsus pedagogik tajriba-sinov ishlari olib borildi. Tajribada an'anaviy dars o'tiladigan guruhlar (nazorat guruhlari) va virtual laboratoriyalar hamda 3D dasturlar integratsiya qilingan guruhlar (eksperimental guruhlar) ishtirok etdi. Dars yakunida o'tkazilgan og'zaki va yozma pedagogik tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, raqamli modellar yordamida ta'lim olgan o'quvchilarning mavzuni chuqur o'zlashtirish va kimyoviy masalalarni vizual tasavvur qilish darajasi sezilarli darajada yuqori bo'ldi [2].

Xususan, nazorat guruhlarida murakkab mavzularni (masalan, kristall panjaralar turlari, kimyoviy bog'lanishlar mexanizmi) o'zlashtirish koeffitsiyenti o'rtacha 58-62% ni tashkil etgan bo'lsa, virtual va 3D modellardan faol foydalanilgan eksperimental guruhlarda bu ko'rsatkich 84-88% gacha ko'tarildi. O'quvchilar nafaqat nazariy bilimlarni yodlab qolishgan, balki ularni hayotiy amaliy vaziyatlarda va nostandart masalalarni yechishda ham muvaffaqiyatli qo'llay olishgan. Bu esa raqamli texnologiyalarning kimyo ta'limidagi yuqori samaradorligini to'liq isbotlaydi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, kimyo darslarida virtual laboratoriyalar va 3D modellashtirish dasturlaridan foydalanish ta'lim tizimini zamonaviylashtirishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Ushbu raqamli vositalar an'anaviy laboratoriyalarning moddiy va xavfsizlik muammolarini to'liq hal qilibgina qolmay, ta'lim oluvchilarning fazoviy tafakkurini, mantiqiy fikrlashini va tabiiy-ilmiiy dunyoqarashini yuksaltiradi. Kelajakda VR (virtual borliq) va AR (kengaytirilgan borliq) texnologiyalarini kimyo fanida kengroq joriy etish yosh avlodning zamonaviy ilm-fan tarmoqlariga bo'lgan qiziqishini yanada kuchaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ishmuhamedov R.J., Abduqodirov A.A. Ta'limda innovatsion texnologiyalar. - T.: Iste'dod, 2015. - 180 b.
2. Mirkomilov S.M., To'rayev X.F. Kimyo o'qitish metodikasi va ekologik tarbiya. - Toshkent: O'qituvchi, 2018. - 215 b.
3. Smith, J. R., & Jones, M. L. Digital Simulations and Virtual Laboratories in Chemical Education. // Journal of Chemical Education, 2021, Vol. 98, No. 3, pp. 845-853.
4. Johnson, A. K. 3D Molecular Modeling and Spatial Thinking in Chemistry Classrooms. // Chemistry Education Research and Practice, 2023, Vol. 24, No. 2, pp. 412-425.

KARBAMIDNING INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYASI TADQIQ QILISH

O.T.Karimov

Qarshi davlat universiteti doktoranti (DSc), Qarshi 180100, O'zbekiston,

E-mail: tirkavovichoybek@mail.ru

Annotatsiya: Karbamidning IQ spektri - "IR Tracer-100" (SHIMADZU CORP Yaponiya 2017) spektrometrida natijalar olindi. Spektrometrning yuqori sezuvchanligi (shovqin nisbati 60,000:1) spektrdagi diapazonlarining past intensivligiga qaramay, turli xil namunalardagi to'lqin miqdorini tahlil qilishga imkon beradi, to'lqin raqamlari shkalasi - $4000 \div 450 \text{ sm}^{-1}$.

Interferometrning ishlashini optimallashtirish tizimi ichki o'zini tashxislash va o'rnatilgan avtomatik quritish moslamasi bilan birgalikda foydalanish qulayligini sezilarli darajada oshiradi bu esa natijalarni samarali taqiq qilish imkonini berdi

Kalit so'zlar: Antipiren, karbamid, IQ spektr, noorganik antipiren, alyuminiy gidroksid, magniy gidroksid.

Аннотация. ИК-спектр карбамида был получен с использованием спектрометра «IR Tracer-100» (SHIMADZU CORP, Япония, 2017). Высокая чувствительность спектрометра (отношение сигнал/шум 60 000:1) позволяет анализировать волновые числа в различных образцах, несмотря на низкую интенсивность полос в спектре. Диапазон волновых чисел составляет 4000–450 см⁻¹. Система оптимизации работы интерферометра в сочетании с функцией внутренней самодиагностики и встроенным автоматическим осушителем значительно повышает удобство эксплуатации оборудования, что позволило эффективно провести исследование и получить достоверные результаты.

Ключевые слова: антипирен, карбамид, ИК-спектр, неорганический антипирен, гидроксид алюминия, гидроксид магния.

Abstract. The infrared (IR) spectrum of urea was obtained using an “IR Tracer-100” spectrometer (SHIMADZU CORP, Japan, 2017). The high sensitivity of the spectrometer (signal-to-noise ratio of 60,000:1) enables the analysis of wave numbers in various samples despite the low intensity of spectral bands. The wave number range is 4000–450 cm⁻¹. The interferometer optimization system, combined with an internal self-diagnostic function and a built-in automatic drying device, significantly improves the convenience of operation and enabled effective analysis and reliable results.

Keywords: flame retardant, urea, IR spectrum, inorganic flame retardant, aluminum hydroxide, magnesium hydroxide.

KIRISH

O'zbekistonda va butun dunyoda yildan-yilga yong'inlarning soni ortib bormoqda. Yong'inlar ko'plab insonlarning o'limiga va jiddiy moddiy yo'qotishlarga olib kelishi mumkin. Bunday muammolarni oldini olish uchun olovbardosh materiallar va yonuvchanlikni kamaytiradigan turli xil maxsus qo'shimchalar ishlab chiqarish muhimdir. Yonishni sekinlashtiruvchi asosiy tizimlar tarkibida galogenli birikmalar, fosfor, azot va bir qator noorganik birikmalar mavjud [1; 43-46 b]. Noorganik antipirenlar alyuminiy gidroksid, magniy gidroksid, ammoniy polifosfat, qizil fosfor va boshqalar kiradi. Bu antipirenlar dunyo ishlab chiqarishining taxminan 50% ni tashkil etadi. Qattiq fazada va kuyish paytida yong'indan himoya qilishda eng samarali, azot-fosforli birikmalar bo'lib, ular fosfat kislotasini hosil qilish uchun qizdirilganda parchalanishi mumkin. Sellyuloza asosidagi materiallarga fosfor asosidagi antipirenlar bilan ishlov berilganda ularning termik parchalanish mexanizmi o'zgaradi. Yog'och kompleksiga nisbatan fosfat kislotasining yong'inga qarshi ta'siri asosan yog'och majmuasining uglevod qismini issiqlik o'zgarishi mexanizmining keskin o'zgarishiga bog'liq. Natijada, suvsizlanish jarayonining samarali faollashish energiyasi pasayadi, uning boshlanish harorati pasayadi, hosil bo'lish tezligi va ajralib chiqayotgan suv miqdori oshadi [2; 1682 6]. Antipirenlar guruhiga yuzlab turli xil kimyoviy moddalarni o'z ichiga olgan minglab qurilish mahsulotlari kiradi, ular odatda quyidagi asosiy sinflarga bo'linadi: alyuminiy gidroksidi, tarkibida

brom saqllovchi birikmalar, fosfororganik yong‘indan himoyalovchi vositalar, surma oksidlar, tarkibida xlor saqllovchi birikmalar va hokazolar [3,4].

Karbamid: Karbonat kislota diamididir. Oq kristal, rangsiz, hidsiz, tetragonal kristall panjara ($a = 0,566$ nm, $b = 0,4712$ nm, $c = 2$); kristallarning polimorf transformatsiyasiga uchraydi. Karbamid qutbli erituvchilarda (suv, suyuq ammiak va oltingugurt dioksidi) juda yaxshi eriydi; erituvchining qutbliligi pasayganda, eruvchanligi pasayadi. Karbamid qutbsiz erituvchilarda (alkanlar, xloroform) erimaydi.

1-jadval

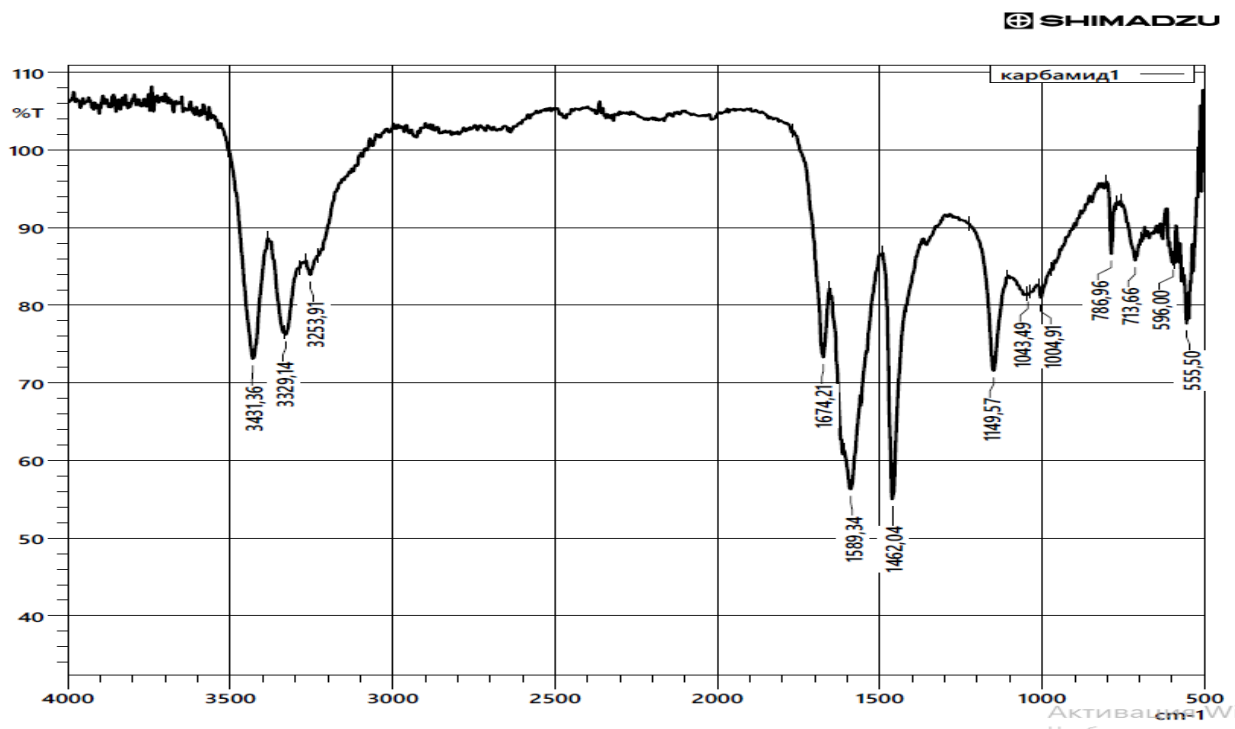
Karbomidning ba’zi bir xossalari

Umumiy xossalari	
Sistematik nomlanishi	Karbon kislolaning diamidi
Kimyoviy formulasi	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
Ko‘rinishi	Oq kristall
Molekulyar massasi	60.07 g/mol
Zichligi	1,32 g/sm ³
Suyuqlanishi	132.7 °C
Qaynashi	174 °C
Suvda eruvchanligi	51,8 (20 °C)

Infraqizil spektroskopiya (IQ) - “IR Tracer-100” (SHIMADZU CORP., Yaponiya, 2017) spektrometrida qayd etildi. Spektrometrning yuqori sezuvchanligi (shovqin nisbati 60,000:1) spektrdagi diapazonlarining past intensivligiga qaramay, turli xil namunalardagi to‘lqin miqdorini tahlil qilishga imkon beradi, to‘lqin raqamlari shkalasi - $4000 \div 450$ sm⁻¹. Interferometrning ishlashini optimallashtirish tizimi ichki o‘zini tashxislash va o‘rnatilgan *avtomatik* quritish moslamasi bilan birgalikda foydalanish qulayligini sezilarli darajada oshiradi, shuningdek, qurilmaning uzoq muddatli barqarorligini ta’minlaydi. Yuqori tezlikda skanerlash rejimining mavjudligi (soniyasiga 20 spektr) bir necha soniya davom etadigan kuzatuv reaksiyalariga imkon beradi.

IQ spektrining asosiy yutilish chiziqlari va ularning interpretatsiyasi: 3400–3200 sm⁻¹ (N-H valent tebranishlari). 3438 sm⁻¹ va 3384 sm⁻¹ cho‘qqilari karbamid molekulasidagi NH₂ guruhining valent tebranishlariga mos keladi. Bu tebranishlar vodorod bog‘lari hosil bo‘lishi natijasida kengayib ketgan 1671 sm⁻¹ (C=O valent tebranishi). Karbamid molekulasida amiddagi karbonil (C=O) guruhi mavjud bo‘lib, ushbu yutilish chizig‘i aynan unga tegishli. Karbonil guruhi odatda 1650-1700 sm⁻¹ oralig‘ida yutilish ko‘rsatadi, bu esa peptid va amid guruhlarining xarakteristik spektri hisoblanadi.

1593 sm⁻¹ (N-H deformatsion tebranishlari). Bu chiziq karbamidning ikkilamchi amid guruhlariga xos deformatsion tebranishlarni aks ettiradi. 1462 sm⁻¹ va 1404 sm⁻¹ (C-N valent tebranishlari). Ushbu yutilish chiziqlari amid guruhidagi C-N bog‘larining valent tebranishlarini ko‘rsatadi. 1159–1043 sm⁻¹ (C-N va C-O bog‘lari bilan bog‘liq tebranishlar) 1100-1000 sm⁻¹ diapazoni odatda C-N bog‘larining valent yoki skelet tebranishlariga tegishli bo‘lib, bu holat karbamid va amid guruhlariga xosdir. 738-555 sm⁻¹ (Aylana yoki deformatsion tebranishlar) Bu sohada N-H va C=O bog‘larining o‘zaro bog‘langan deformatsion tebranishlari kuzatiladi. Ushbu IQ spektri karbamid (mochevina) molekulasiga xos asosiy funksional guruhlar mavjudligini tasdiqlaydi. 3438 sm⁻¹ va 3384 sm⁻¹ cho‘qqilari NH₂ guruhining valent tebranishlarini ko‘rsatadi.



2-Rasm. Karbamid IQ spektroskopiyasi

1671 cm^{-1} tebranishi C=O bog'iga, 1593 cm^{-1} tebranishi esa N-H bog'ining deformatsion tebranishlariga tegishli. 1043 cm^{-1} atrofidagi tebranishlar C-N bog'ining valent tebranishlariga mos keladi. Spekr natijalari karbamid tarkibida amid va amin guruhlarining mavjudligini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Каприелов, С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – 1999. – № 6. – С. 6-10.

[2] Каприелов, С.С. Влияние органоминерального модификатора МБ-50С на структуру и деформативность цементного камня и высокопрочного бетона / Каприелов, С.С., Карпенко, Н.И., Шейнфельд, А.В., Кузнецов, Е.Н. // Бетон и железобетон. – 2003. – № 3. – С. 2-7.

[4] Berdochnik R. S., Sxovrebov M. G., Lisov A. R. Metodi otsenki toksichnosti produktov goreniya stroitel'nykh materialov // Nauchno-metodicheskiy elektronniy jurnal «Konsept». – 2016. – Т. 2. – С. 266–270. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/46067.htm>.

[5] Nurkulov F.N. Issledovaniye ognezashitnoy effektivnosti oligomernyx antipirenov dlya drevesiny i polimernyx materialov // Universum: Texnicheskiye nauki: elektron. nauchn. jurn. 2016. № 10(31).ru.m.wikipedia.org.

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИЭТИЛЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИФОСФАТОМ АММОНИЯ

Каршиев Маъруфжан Толипович, Нуркулов Файзулла Нурмуминович

*Университет экономики и педагогики, Ташкентский научно-исследовательский институт
химической технологии*

E- mail: mqarshiyev033086@gmail.com

Аннотация. В данном исследовании проводились исследования по переработке вторичного полимерного полиэтилена. В частности, синтезирован сополимер вторичного полиэтилена и полифосфата аммония, а в основную цепь введено крахмальное звено.

Также в ходе экспериментов изучали показатели механическую прочность синтезированной композиции.

Ключевые слова: крахмал, исследовали аппараты AGS-X, механическая прочность, полиэтилен и полифосфат аммония.

Аннотация. Ушбу тадқиқотда иккиламчи полимер полиэтиленни қайта ишлаш бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Хусусан, иккиламчи полиэтилен ва аммоний полифосфати асосида сополимер синтез қилинди ҳамда асосий занжирга крахмал звеноси киритилди. Шунингдек, тажрибалар давомида синтез қилинган композициянинг механик мустаҳкамлик кўрсаткичлари ўрганилди.

Калит сўзлар: крахмал, AGS-X аппарати, механик мустаҳкамлик, полиэтилен, аммоний полифосфати.

Abstract. This study investigated the processing of secondary polymer polyethylene. In particular, a copolymer based on secondary polyethylene and ammonium polyphosphate was synthesized, and a starch unit was introduced into the main polymer chain. In addition, the mechanical strength properties of the synthesized composite were studied during the experiments.

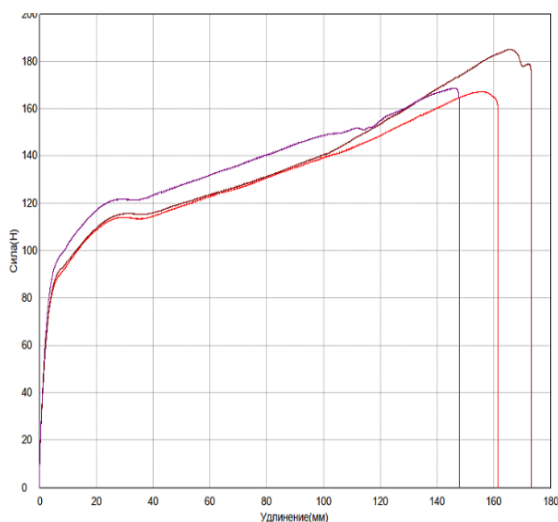
Keywords: starch, AGS-X apparatus, mechanical strength, polyethylene, ammonium polyphosphate.

В области химии высокомолекулярных соединений использование полисахаридов и крахмалов, широко распространенных в природе и легко возобновляемых, является одной из актуальных задач на сегодняшний день [1]. Синтетические сополимеры с механической прочностью могут быть получены путем прививки природного крахмала к цепи органического сополимера [2].

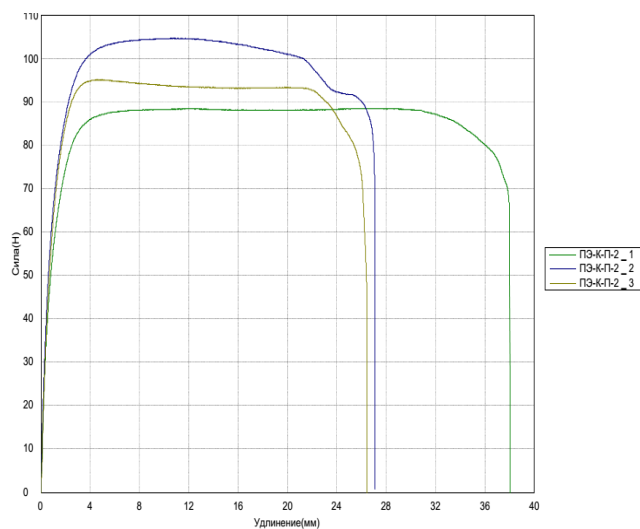
В данной исследовательской работе синтезирован экологически безопасный и механически прочный привитой сополимер и изучены его физико-химические свойства.

Также с целью сравнения механической прочности полиэтилена и полиэтилен аммоний полифосфата крахмальной композиции - по ГОСТ-1262 и эластичности - по ГОСТ-9550-81 исследовали аппараты AGS-X (Рис. 1-2).

Образцы перед испытаниями кондиционируют, используя стандартизованные условия. Поскольку свойства некоторых пластмасс резко изменяются даже при небольших колебаниях температуры, проводится испытания в стандартной лабораторной атмосфере при температуре 23 ± 2 °C и относительной влажности окружающего воздуха $50 \pm 5\%$. Согласно рекомендациям ASTM D618, для выполнения испытаний необходимо следовать процедуре А.



1-рисунок. Механическая прочность полиэтилен



2-рисунок. Механическая прочность композиции

Предел прочности при растяжении. Скорость растяжения определяется либо по относительной скорости перемещения зажимов, либо по меткам на образце. Стандарт ГОСТ-1262 устанавливает три различных основных скоростей. Как общее правило, наиболее часто испытания проводят при скорости 0,2 дюйма/мин. также то следует скорость испытаний исходя из того, что разрыв образца в результате его растяжения должен наступить во временном интервале между 30 с и 5 мин.

В процесс исследование образцы нагружают возрастающей нагрузкой, величину которой фиксируют по шкале динамометра. Скорость нагружения составляет 25 мм/мин при определении прочности и относительного остаточного удлинения. В момент разрушения фиксируют наибольшее усилие и определяют прочность.

$$\sigma_p = \frac{F_p}{S_0}$$

при растяжении по формуле

F_p – нагрузка, при которой образец разрушился, S_0 – начальное поперечное сечение образца.

Образцы, разрушившиеся за пределами рабочей части, за результат не принимают. По удлинению в момент разрушения ΔL определяют относительное удлинение при разрыве:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} 100\%$$

ΔL – изменение расчетной длины образца в момент разрыва, мм; L_0 – расчетная длина.

Модуль упругости определяют по формуле

$$E_p = \frac{(F_2 - F_1) \cdot L_0}{S_0 \cdot (\Delta L_2 - \Delta L_1)}$$

F_1, F_2 – значения нагрузок, соответствующих относительному удлинению 0,1% и 0,3%, Н; $\Delta L_1, \Delta L_2$ – удлинение при нагрузках F_1, F_2 соответственно, мм.

За результат измерения прочности, относительного удлинения и модуля упругости принимают среднее арифметическое значение для всех образцов.

На основании приведенного анализа была рассчитана механическая прочность полиэтилена и полиэтиленовой композиции и определены следующие показатели [2].

Показателями данной таблицы установлено, что показатели механической прочности композиции полиэтилена, полифосфата аммония крахмала положительные по сравнению с полиэтиленом (1-таб).

1-таблица

Сведения сравнения механическая прочность полиэтилен и полиэтилен, композиции

Имя	Модуль упругости	Мак с. деф. сила	Макс. деф. напряжен ие	Макс. деф. деформация	Разрыв сила	Разрыв напряжен ие	Разрыв деформация
параметры	деформация 0-3%				Чувствительность: 0.1	Чувствительность: 0.1	Чувствительность: 0.1
единица	МПа	Н	МПа	%	Н	МПа	%
Полиэтилен							
п.этилен - 1	88,88	-3,9	-0,3	538	159	12,7	538
п.этилен - 2	90,59	-1,7	-0,13	577	175	14,0	576
п.этилен - 3	94,71	-1,6	-0,12	493	163	13,09	492
Композиции полиэтилен							
композиция-1	156	-10	-0,8	126	63,7	5,09	126,6
композиция-2	182	0,7	0,05	90	71,5	5,7	90,2
композиция-3	173	-6,7	-0,5	88	46,9	3,7	88,08

Таким образом, в ходе данного исследования была синтезирована биоразлагаемая крахмальная композиция с использованием вторичного полиэтилена. Также был проведен сравнительный анализ механической прочности данной композиции по сравнению с полиэтиленом и получен положительный результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каршиев М.Т., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Исследование физико-химических характеристики крахмальной модификации полиэтилена. Universum: химия и биология: научный журнал. – № 10(100). Часть 1.
М., Изд. «МЦНО», 2022. – 64-67ст.

2. Мехоношина, А.В. Исследование способности полимерных композитных материалов к биодеструкции / А.В. Мехоношина, Э.Х. Сакаева // Химия. Экология. Урбанистика. - 2018. - Т. 2018. - С. 211-215.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Каршиев Маъруфжан Толипович¹, Нуркулов Файзулла Нурмуминович²

Университет экономики и педагогики, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Ташкент 100000, Узбекистан,

E- mail: mqarshiyev033086@gmail.com

Аннотация. Данное исследование было посвящено переработке полиэтиленового полимера F-0220. В частности, был синтезирован сополимер переработанного полиэтилена и полиакрилонитрила, а в основную часть был введен биомодификатор на основе крахмала. В ходе экспериментов были изучены термические и огнестойкие свойства синтезированной композиции.

Ключевые слова: полиакрилонитрил, биомодификатор, полиэтиленом марки F-0220, термографическом анализ, кислородного индекса.

Аннотация. Ушбу тадқиқот полиэтилен полимери F-0220 ни қайта ишлашга бағишланган. Хусусан, қайта ишланган полиэтилен ва полиакрилонитрил асосида сополимер синтез қилинди ҳамда асосий таркибга крахмал асосидаги биомодификатор киритилди. Таҷрибалар давомида синтез қилинган композициянинг термик ва оловбардошлик хусусиятлари ўрганилди.

Калит сўзлар: полиакрилонитрил, биомодификатор, F-0220 маркали полиэтилен, термографик таҳлил, кислород индекси.

Abstract. This study focused on the processing of F-0220 polyethylene polymer. In particular, a copolymer based on recycled polyethylene and polyacrylonitrile was synthesized, and a starch-based biomodifier was introduced into the main composition. During the experiments, the thermal and flame-retardant properties of the synthesized composite were investigated.

Keywords: polyacrylonitrile, biomodifier, F-0220 grade polyethylene, thermographic analysis, oxygen index.

Крахмал представляет собой полисахарид, который существует в основном в виде гидроколлоидов - это форма углеводов, обладающая самой высокой степенью биоразлагаемости, распространенный в природе [1]. Крахмал можно получить из пшеницы, риса, зерна и зелёных растений. Только пластифицированные термопласты на основе крахмала и чаще его смеси с синтетическими полимерами и производными целлюлозы позволяют получать материалы, используемые в пищевой и медицинской промышленности, сельском хозяйстве и быту [2].

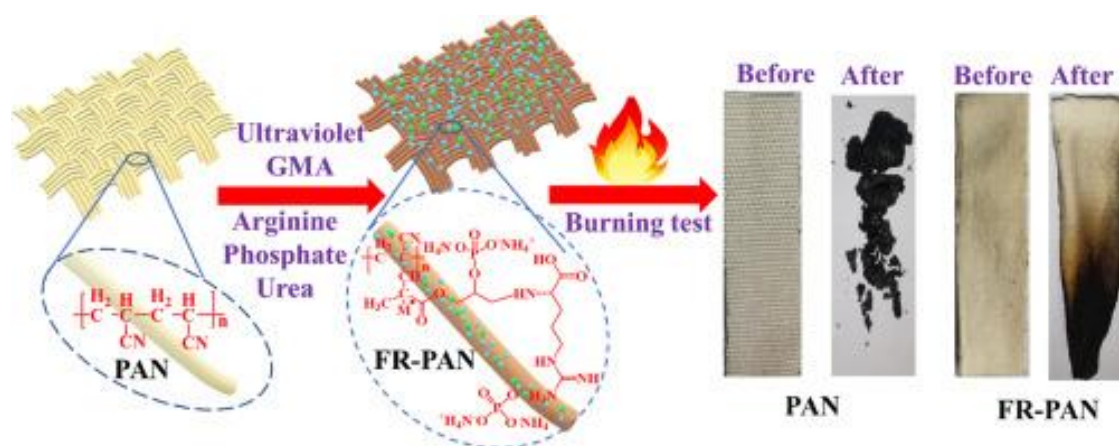


Рисунок 1.

Термостойкость полиакрилонитрила, а также модифицированного полиакрилонитрила[3].

Основными недостатками полиолефинов и строительных материалов на их основе являются низкая термостойкость и повышенная пожароопасность. Они относятся к легковоспламеняющимся материалам, разложение которых протекает без образования коксового остатка: при анализе кислородного индекса биомодификаторов, модифицированных полиэтиленом марки F-0220, мы видим, что биомодификаторы (на 20-50%) обладают повышенной огнестойкостью при модификации полиэтиленом. Смотрите таблицу 1.

Таблица-1.

Показатели кислородного индекса различных полимерных композитов.

№	Композиция из модифицированного полиэтилена	КИ%
1	PE: PAN-1, 3:1	22,9
2	PE: PAN-2, 1,8:1	23,8
3	PE: PAN-3, 1,2:1	24,7
4	PE, 100	18,5
5	PE	22,8

Параллельно анализировали дериватографические показатели с целью изучения дифференциальных термических свойств полимерных композиций полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмал, полученных в лабораторных условиях. Также, проведен сравнительный анализ дериватографических изменений данной композиции с полиэтиленом (Рис. 2-3).

При термографическом анализе регистрируемой характеристикой вещества является температура, как функция времени. При этом записывается термограмма в координатах Т - (абсолютная схема эксперимента). Наиболее ценную информацию получают методом дифференциально-термического анализа (ДТА), при котором измеряется разность температур

исследуемого образца и инертного эталона. В качестве эталона используют вещество, не претерпевающее термические превращения в данном температурном интервале, при этом термограмма записывается в соответствующих координатах[4].

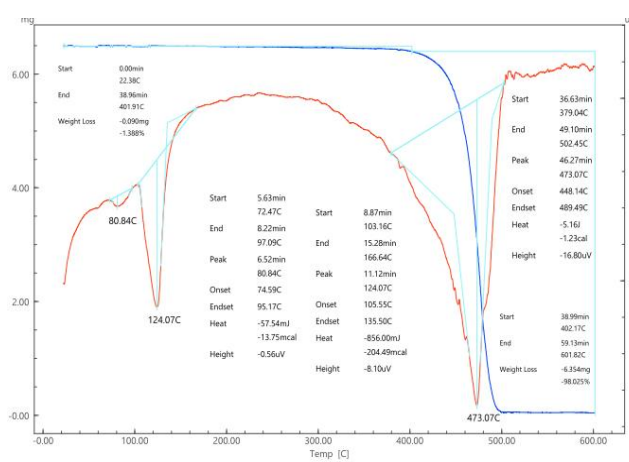


Рис 2.

Дериватограмма полиэтилена

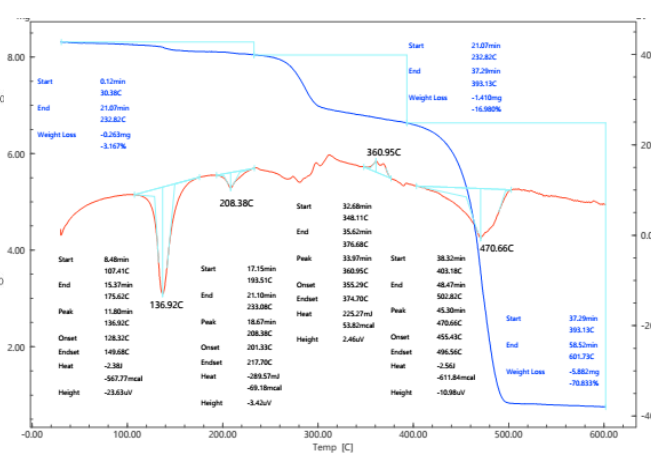


Рис 3.

Дериватограмма композиции полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмал

Для сравнительного анализа были отобраны полиэтиленовые и полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальные композитные деривато- графические индикаторы. Кривая ДТА полиэтилена показала три экзотермических эффекта при температурах 97,09°С, 166,64°С и 502,45°С и три эндотермических эффекта при температурах 80,84°С, 124,07°С и 473,07°С. Также на кривой ДТА полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции обнаружены четыре экзотермических эффекта при температуре 175,62°С, 233,08°С, 376,68°С и 502,82°С и три эндотермических эффекта при 136,92°С, 208,38°С и 470,66°С.

Установлено, что кинетика потери массы полиэтилена и полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции зависит от температуры (рис.2 и 3). Как видно из рисунка, потеря массы полиэтилена наблюдается в интервале температур 72-601,73°С, а полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции в интервале температур 107-601,73°С. Также было замечено, что при достижении температуры термического разложения полиэтилена и полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции при температуре 601,73°С происходит полное разложение полиэтилена, а разложение композита - до 70,883%.

Результаты исследований зависимости потери массы полиэтилена и полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции от температуры представлены в табл.1. Полученные данные показывают, что в начальных периодах процесса происходит, в основном, прямое окисление композиции со сравнительно небольшой потерей массы v_m .

Скорость потери массы (v_m) определяли методом графического дифференцирования кривой ТГА:

$$v_m=\Delta m/\Delta \tau$$

где, Δm — потеря массы, мг; $\Delta \tau$ — отрезок времени, мин.

Таблица 1.

Анализ результатов дериватографических исследований полиэтилена и полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции

Температурный интервал, °C	Потеря массы, мг	Средняя скорость потери массы %,
Полиэтилен		
22-394	0,069	1,64
395-601	6,3	98,3
композиция полиэтилен ПАН		
30-233	0,263	3,167
233-393	1,4	16,9
394-601	5,8	70,8

Термогравиметрический анализ и дифференциальный термический анализ являются двумя важными методами анализа биоразлагаемости полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции. Линия ТГА показывает деградацию образцов. При 233⁰C разлагается 3% композиции, а повышение температуры вызывает большее разложение композиции и быстрое уменьшение массы композиции. В дериватографических показателях композиции стабильная крутизна наблюдалась в диапазоне 233-393⁰C. При температуре от 394 до 601⁰C разлагается 70% композиции.

Таким образом, в ходе данного исследования изучалась термостойкость полиэтилена и полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции. По результатам научно-исследовательских работ доказана лучшая термостойкость полиэтилен-полиакрилонитрил-крахмальной композиции по отношению к полиэтилену.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каршиев М.Т., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Исследование физико-химических характеристики крахмальной модификации полиэтилена. Universum: химия и биология: научный журнал. – 2022. 10(100). ст- 64-67.
2. Мехоношина, А.В. Исследование способности полимерных композитных материалов к биодеструкции / А.В. Мехоношина, Э.Х. Сакаева // Химия. Экология. Урбанистика. - 2018. - Т. 2018. - С.211-215.
3. Mohyuddin A. Synthesis and analysis of environment friendly gelatin grafted biodegradable polymer. OIDA Int J Sust Dev, 2017, 10: 21-28.
4. Ешимбетов А.Г., «ИК-спектроскопия усулидан амалий қўлланма» Ташкент-2014, с.15-17.

PORTLANDSEMENTNING QOTISHI VA UNGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR

Ahadov Axtam Ashraf o'g'li, Ochilov Abduraxim Abdurasulovich, Normatov Nurshod

Shonazar o'g'li, Jo'raboyev Xurshid Rashid o'g'li

Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O'zbekiston

obidhamroyev80@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi portlandsementning qotish jarayoni va unga ta'sir etuvchi asosiy omillar tahlil qilingan bo'lib unda A.A. Baykovning klassik nazariyasi asosida erish, kolloidlanish va kristallanish bosqichlarining mohiyati yoritilgan, shuningdek klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'siri hamda gidratatsiya mahsulotlarining hosil bo'lishi ko'rib chiqilgan hamda sement eritmasida koagulyatsion tuzilmaning shakllanishi va plastiklik xossalari o'zgarishi izohlangan. Shu bilan birga, klinker minerallarining suv bilan reaksiyaga kirishishi davomida issiqlik ajralish xususiyatlari muhokama qilingan. Keltirilgan ma'lumotlar sementning qotish sharoitlarini boshqarish va beton sifatini ta'minlash uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Klinker, kalsiy gidrosilikat, gidratatsiya reaksiyasi, gidroliz reaksiyasi, portlandsement, kristall hosila.

Аннотация. В данном тезисе проанализирован процесс твердения портландцемента и основные факторы, влияющие на него, в котором на основе классической теории А.А. Байкова освещена сущность стадий плавления, коллоидизации и кристаллизации, а также рассмотрено взаимодействие клинкерных минералов с водой и образование продуктов гидратации, а также объяснено формирование коагуляционной структуры и изменение пластических свойств в цементном растворе. При этом обсуждаются особенности тепловыделения при взаимодействии клинкерных минералов с водой. Приведенные данные служат теоретической основой для управления условиями твердения цемента и обеспечения качества бетона.

Ключевые слова: Кlinker, гидросиликат кальция, реакция гидратации, реакция гидролиза, портландцемент, кристаллическое образование.

Abstarct. This thesis presents an analysis of the action mechanisms of polymer-based adhesive modifiers, their strong interaction at the coating-substrate interface through mechanical, physicochemical, and chemical interactions; i.e., modifiers containing hydroxyl, carboxyl, amino, amide, and silanol functional groups ensure adhesive bond strength and significantly improve the mechanical and operational properties of the composition.

Keywords: Clinker, calcium hydrosilicate, hydration reaction, hydrolysis reaction, Portland cement, crystal formation.

KIRISH

Maydalangan, qo'shimchalarsiz klinkerli sement suv bilan aralashtirilganda, vaqt o'tishi bilan mustahkamlana boradigan va toshsimon holga o'tadigan sementtoshga aylanuvchi plastik qayishqoq modda hosil bo'ladi. Anorganik bog'lovchi moddalarning qotishi to'g'risida akademik A.A. Baykov va uning maktabi ishlab chiqqan klassik nazariyaga ko'ra bu jarayon uch bosqichga bo'linadi. Shu

bosqichlarda klinker kukuni suv bilan qorishtirilgandan so'ng mustahkam toshsimon materialga aylanadi.

MATERIALLAR VA USULLARI

Sement klinkeri minerallari ma'lum darajada suvda eriydi. Sement donalari suvga tushganda minerallarning yuza qatlamlari eritmaga o'tadi, natijada sement donalarining chuqurroq qatlamlari ochilib qoladi. Eritma dastlabki modda - klinker minerallari bilan to'yinmaguncha erish jarayoni davom etaveradi.

Eritmada klinker minerallari suv bilan kimyoviy birika boshlaydi. Odatdagi sharoitlarda klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etishish reaksiyalari ba'zi minerallar (C_2S va C_3A) uchun gidratatsiya reaksiyalari, boshqalari (C_3S va C_4AF) uchun esa gidroliz reaksiyalari bo'ladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Klinker minerallari va ularning hosilalari suvda turlicha tezlikda eriydi. Kalsiy gidroksid suvda ayniqsa yaxshi eriydi. U uch kalsiy silikat gidrolizlangani zahoti ohakka to'yingan eritma hosil qiladi. Kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar, gidro- ferritlar distillangan suvda bir oz eriydi, ohakka to'yingan eritmada esa butunlay erimaydi. Shu tufayli klinker minerallarining suv bilan o'zaro ta'sir etishish mahsulotlari - kalsiy gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar va gidroferritlar $Ca(OH)_2$ singari eritmaga o'tmaydi, balki shu zahoti kolloid eritmalar hosil qilib, mayda qattiq zarrachalar holda ajralib chiqib boshlaydi.

C_3S yana gidrolizlanishi tufayli hosil bo'ladigan kalsiy gidrat oksidining yangi ulushlari ohakka to'yingan eritmada endi eriy olmaydi va $Ca(OH)_2$ ham juda mayda kolloid zarrachalar ko'rinishida ajralib chiqib boshlaydi.

Hosil bo'lgan kolloid massalar qovushqoq va yopishqoq bo'ladi. Shu sababli sement qorishmasi plastik va bog'lovchilik xossalariga ega. Sement qorishmasining bunday holati betonbop qorishma uchun juda muhim ahamiyatga ega: plastik sement qorishmasi to'ldirgichlar donalarini o'rab oladi va shu bilan ular orasidagi ishqalanishni kamaytiradi, natijada betonbop qorishma yeyiluvchan va yaxshi joylashuvchan bo'lib qoladi. Sement xamirning qovushqoqligi betonbop qorishmaning ayrim-ayrim moddalari hisoblanishi - shag'al, qum va sement xamirga ajralib qatlamlana boshlashiga to'sqinlik qiladi. Biroq sement qorishmasida nisbatan qisqa vaqt ichida va faqat sement qorilgandan keyingi dastlabki vaqtda, ya'ni kolloid massalarning anchaginasini suvga aralashib va kaogulyatsiyalanganida bunday hol yuz beradi.

Klinker minerallarining yangi ulushlari suv bilan o'zaro ta'sir etishaveradi. Natijada ko'p miqdordagi suv kimyoviy birikma - gidratlar hosil qiladi. Sement qorishmasidagi erkin suv miqdori kamayadi, natijada ayrim kolloid zarrachalar bir-biriga yaqinlashadi, yiriklashadi va o'zaro yelimlanib qoladi. Natijada sement qorishmasining plastiklik va bog'lovchi xossalari yo'qoladi. Bu holda to'ldirgichlar qo'shib qorilgan sement qorishmasidan plastik betonbop qorishma va mustahkam beton hosil bo'ladi.

Sement qorishmasining plastiklik xossalarini yo'qotishga va oz bo'lsa ham mustahkamlanishiga yordam beradigan qotish bosqichini P.A. Rebender *koagulyatsion tarkibiy tuzilma hosil bo'lish davri* deb atadi. Shu koagulyatsion tarkibiy tuzilma hosil bo'lish davridagi sement qorishmasi mustahkamligi tishlashish mustahkamligi demakdir. Tishlashish darajasiga qarab shartli ravishda sement qorishmasi tishla- shishuvining boshlanish va tugallanish bosqichlari bo'ladi.

Bu bosqich portlandsement klinkerining navbatdagi va oxirgi qotish davri hisoblartadi. Bu bosqichda kolloid massalardan bir-biriga chirmashgan kristallar hosil bo'ladi. Natijada kristall namat yoki kristall to'ra paydo bo'ladi.

Sement klinkeri minerallarining yangi kolloid xossalari bir xilda kristallanmaydi. Birinchi navbatda kalsiy gidroalyuminatlardan va qisman kalsiy gidroksiddan kristall to'rlar hosil bo'la boshlaydi.

Kalsiy gidrosilikatlar esa ancha vaqtgacha kolloid holida turadi. Shuning uchun sementning dastlabki qotish davridagi mustahkamligi kalsiy gidroalyuminatlar, shuningdek, Ca(OH)_2 kristallaridan hosil bo'ladigan kristall to'ri mustahkamligiga bog'liq. Biroq sementtosh bundan keyin asosan gidrosilikatlar hisobiga mustahkamlana boradi. Gidrosilikatlar asta-sekin zichlanib kristallanadi. Zichlangan kolloid massalar va gidrosilikatning kristall hosilalari gidroalyuminatlar va Ca(OH)_2 ning kristall to'rlariga qaraganda ancha mustahkam bo'ladi. Asosan Ca(OH)_2 bilan o'zaro faol ta'sir etishadigan amorf qumtuproq SiO_2 dan tashkil topgan gidravlik qo'shilmalar portlandsementning chuchuk suvga barqarorligini oshiradi. Buning sababi shundaki, Ca(OH)_2 bilan o'zaro reaksiyaga kirishganda nisbatan yaxshi eriydigan ohak qumtuproq bilan amalda erimaydigan kalsiy gidrosilikat $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi.

Shunday qilib, portlandsement tarkibida gidravlik qo'shilmalar (va gips) boiganda ikkilamchi jarayon ro'y beradi: klinker mine-rallari bilan suv o'rtasidagi reaksiyalarning mahsulotlari va qo'shilmalari kimyoviy o'zaro ta'sir etishadi. Natijada portlandsement tishlashish muddati uzayib va suvga barqarorligi ortadi.

Portlandsementning tishlashish muddatlari bir qator faktorlarga, ya'ni sement qorishmasining haroratiga, qorishmaga solinadigan suv miqdoriga, klinkeming mineralogik tarkibi, sementning maydalab tuyilganligi (1-jadval), gips va qo'shilmalar miqdoriga bog'liq.

Sementda tishlashishning boshlanishi va tugallanish muddatlari belgilangan. Sement qorishmasining harakatchanligi yo'qolgan dastlabki davr sementning tishlashishi boshlanganligini bildiradi, uning toshdek qattiq holga kelgani esa sementning tishlanib bo'lganligini bildiradi.

Standartda ko'rsatilgan talablarga muvofiq, portlandsement 45 daqiqadan keyin tishlasha boshlashi va kamida 12 soatda tishlashib bo'lishi lozim. Yangi tayyorlangan beton va qorishmani sement tishlasha boshlashdan avval ishlatib bo'lish kerak, agar bunday qilinmasa betonning mustahkamligi pasayib ketadi, shuning uchun quruvchilarning o'zlari ishlatayotgan sementning tishlashish muddatlarini bilishlari shart.

Harorat ortib borishi bilan sementning tishlashish muddati tezlashadi, harorat pasayib borishi bilan esa sekinlashadi. Suv kerakli miqdordan ortiq qo'shilsa ham sementning tishlashishi sekinlashadi.

Klinker mineralogik tarkibining va solishtirma sirt miqdorining tishlashish muddatlariga ta'siri klinker minerallarining gidrotatsiyalanish tezligi bilan xarakterlanadi, sement qorishmasining tishlashish jarayonida C_3A asosiy rol o'ynaydi, uch kalsiy alyuminat qanday tezlikda tishlashsa, gips qo'shilmagan maydalangan portlandsement klinkeri ham taxminan shunday tezlikda tishlasha boshlaydi.

Sement solishtirma sirtining tishlashish muddatlariga ta'siri

Sementning solishtirma sirti, m ² /kg	Tishlashish muddatlari, soat va daqiqa	
	boshlanishi	oxiri
225	2-45	-
440	2-30	5-35
625	2-10	5-10

XULOSA

Shunday qilib, portlandsement tarkibida kalsiy alyuminatlar ko'p bo'lsa, bu hol adgezion muddatini qisqartiradi yoki zarur muddatlarda tishlanadigan sementni olish uchun ko'pi bilan qancha gips qo'shish lozimligini aniqlab beradi.

Sementning suv bilan reaksiyaga kirishuvida issiqlik ajralishi. Klinker minerallarining suv bilan ta'sir etish jarayonlari ekzotermik, ya'ni issiqlik ajraladigan jarayondir.

S.D. Okorokov fikricha, klinker minerallari turli qotish muddatlarida quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi.

Verbek va Foster ma'lumotlariga ko'ra, C_3S va $\beta = C_2S$ ning issiqlik ajratish ko'rsatkichi jadvalda keltirilgan qiymatlardan, ayniqsa, 3 va 7 sutkadagi qiymatlardan 1,5-2 marta kam; C_3A va C_4AF moddalarniki esa ko'p.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Mavlonov, E. O., & Samadov, Z. B. O. G. L. (2022). Quduqlarni sifatli qurishda qo'yiladigan talablar. *Science and Education*, 3(6), 381-386.

[2] Otaqo'ziyev T.A., Otaqo'ziyev E.T. Bog'lovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi. Darslik Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2005.-256 b.

[3] Mavlonov, E. O., Samadov, Z. B. O. G. L., & Ochilov, A. A. (2022). Quduqlarni mustahkam- lashda himoya quvurlarini va ularni tushirish chuqurligini tanlash. *Science and Education*, 3(4), 522-527.

[4] Ochilov, A. A., & Qurbonova, F. S. (2022). Metallarda korroziyaning hosil bo'lish sabablari va ularga qarshi kurashish. *Science and Education*, 3(5), 433-439.

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR PROCESSING COPPER OXIDE ORES BY SULFURIC ACID LEACHING

Qarshiboyeva M.U., Matkarimov S.T.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Abstract. *The processing of copper oxide ores is an important technological problem due to the complex mineralogical composition of the ores and the limited efficiency of conventional flotation methods for oxidized copper minerals. Hydrometallurgical methods, particularly sulfuric acid leaching, provide an effective approach for transferring copper into solution and creating conditions for its subsequent recovery. The aim of this study is to improve the technology for processing copper oxide ores by determining the influence of the main technological parameters of sulfuric acid leaching. Particular attention is paid to sulfuric acid concentration, leaching temperature, leaching duration, particle size and solid-to-liquid ratio.*

Keywords: *copper oxide ore, hydrometallurgy, sulfuric acid, leaching, copper recovery, particle size, solid-to-liquid ratio.*

Annotatsiya. *Mis oksidi ma'danlarini qayta ishlash ma'danlarning murakkab mineralogik tarkibi va an'anaviy flotatsiya usullarining past samaradorligi tufayli muhim texnologik muammo hisoblanadi. Ushbu tadqiqot sulfat kislotali tanlab eritishning asosiy texnologik parametrlarini aniqlash orqali mis oksidi ma'danlarini qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirishga qaratilgan. Ishda sulfat kislota konsentratsiyasi, harorat, jarayon davomiyligi, zarrachalar o'lchami hamda qattiq va suyuqlik nisbatining (Q:S) misning eritmaga o'tish samaradorligiga ta'siri o'rganilgan.*

Kalit so'zlar: mis oksidi ma'dani, gidrometallurgiya, sulfat kislota, tanlab eritish, misni ajratib olish, zarrachalar o'lchami, qattiq va suyuqlik nisbati.

Аннотация. *Переработка окисленных медных руд является важной технологической проблемой ввиду сложного минералогического состава сырья и ограниченной эффективности традиционных флотационных методов. Данное исследование направлено на совершенствование технологии переработки окисленных медных руд путем определения влияния ключевых технологических параметров сернокислотного выщелачивания.*

Ключевые слова: *окисленная медная руда, гидрометаллургия, серная кислота, выщелачивание, извлечение меди, крупность частиц, соотношение твердого к жидкому.*

INTRODUCTION

Copper is one of the most important non-ferrous metals and is widely used in electrical engineering, electronics, construction and other industrial sectors. The depletion of easily beneficiated sulfide ores and the increasing proportion of oxidized and mixed ores create a need for the development of efficient processing technologies.

Copper oxide minerals such as malachite, tenorite and chrysocolla can be dissolved in acidic solutions. Therefore, sulfuric acid leaching is considered one of the important hydrometallurgical methods for processing copper oxide ores. Previous studies of oxide ore from the Almalyk mining region demonstrated that particle size and sulfuric acid concentration significantly influence copper extraction.

For oxidized copper ores, conventional flotation may be less effective because copper occurs in different oxidized mineral forms and may be associated with carbonate and silicate gangue. Recent

research on Kalmakyr ores has also focused on selective sulfuric-acid leaching and the influence of process parameters such as the solid-to-liquid ratio.

Consequently, improvement of the leaching stage requires determination of rational technological parameters that provide effective copper dissolution while limiting excessive reagent consumption and dissolution of undesirable components.

AIM AND OBJECTIVES

The primary aim of this research is to improve the processing technology of copper oxide ores by determining rational conditions for sulfuric acid leaching, specifically considering the mineralogical and technological characteristics of the ores from the Almalyk mining region (such as the Kalmakyr deposit) to enhance copper recovery while optimizing reagent consumption.

To achieve this overarching aim, the following systematic objectives have been established:

- to study the technological characteristics and mineralogical composition of the copper oxide ore (including copper oxide minerals like malachite, tenorite, and chrysocolla, as well as carbonate and silicate gangue);
- to investigate the effect of particle size (within the range of 0.5–2 mm) on the kinetic parameters and the available surface area during the leaching process. to determine the influence of sulfuric acid concentration (with a baseline of 95 g/l) on copper dissolution and to evaluate its impact on undesirable gangue dissolution;
- to study the effect of temperature and leaching duration by conducting experiments at 60 °c for 120 minutes to establish their roles in reaction acceleration and mass transfer.

MATERIALS AND METHODS

The experimental studies are based on crushed copper oxide ore. Before leaching, the ore is subjected to size preparation in order to obtain the required particle fraction. The selected particle-size range is 0.5 - 2 mm.

Sulfuric acid is used as the leaching reagent because it is suitable for dissolution of a number of copper oxide minerals and is widely used in industrial copper hydrometallurgy. The principal technological parameters selected for the experimental study are in table 1.

During the experiment, the prepared ore is contacted with sulfuric acid solution under controlled temperature and time conditions. After leaching, the liquid and solid phases are separated. The copper concentration in the pregnant leach solution is then determined by an appropriate analytical method.

Copper recovery into solution can be calculated using the following expression:

$$\eta(\text{Cu}) = (C \cdot V) / (m \cdot \beta) \times 100\%$$

where C - copper concentration in the leaching solution, g/L; V - volume of the leaching solution, L; m - mass of the initial ore, g; β - copper content in the initial ore, expressed as a mass fraction.

RESULTS AND DISCUSSION

The efficiency of sulfuric acid leaching is determined by several interacting parameters. Among the most important factors are particle size, acid concentration, temperature, duration and solid-to-liquid ratio.

Reduction of particle size generally increases the available mineral surface area and facilitates contact between the copper-bearing minerals and the leaching solution. Research on Almalyk oxide

ore showed that finer particles provided faster copper extraction than coarser fractions under comparable conditions.

Increasing sulfuric acid concentration can intensify the dissolution of copper oxide minerals. However, excessively high acid concentration may also increase the dissolution of gangue components and therefore increase acid consumption. Studies of copper oxide ores containing carbonate gangue have demonstrated that gangue dissolution can significantly affect acid consumption and the overall efficiency of the process.

Temperature is another important factor. An increase in temperature generally accelerates chemical reactions and mass transfer during leaching. At the same time, the optimum temperature should be selected considering energy consumption and the stability of the technological process.

The selected conditions of 95 g/L H_2SO_4 , 60 °C, 120 min, S:L = 1:5 and 0.5–2 mm can therefore be used as a basis for systematic investigation of copper dissolution. These parameters should subsequently be compared with alternative conditions to determine the optimum region rather than treated as a final optimum before completion of the experimental series.

PROPOSED TECHNOLOGICAL SCHEME

Based on the results and the characteristics of oxidized copper ores, the following processing sequence is proposed:

The solid residue remaining after leaching can be subjected to additional analysis to determine the amount and form of residual copper. This will make it possible to assess the completeness of copper dissolution and identify the causes of copper losses.

For further technological improvement, the leaching stage can be combined with subsequent solution purification and copper recovery. Such an approach corresponds to the general hydrometallurgical principle of leaching–solution purification–copper recovery.

SCIENTIFIC AND PRACTICAL SIGNIFICANCE

The scientific significance of the research consists in establishing relationships between the principal parameters of sulfuric acid leaching and the dissolution behavior of copper from oxidized ore.

The practical significance is associated with the possibility of developing a more efficient hydrometallurgical technology for processing oxidized copper ores, particularly low-grade or difficult-to-beneficiate materials. Optimization of particle size, acid concentration, temperature, leaching time and solid-to-liquid ratio can provide a basis for reducing unnecessary reagent consumption and improving copper recovery.

CONCLUSION

The study is aimed at improving the processing technology of copper oxide ores through optimization of sulfuric acid leaching. The influence of particle size, sulfuric acid concentration, temperature, leaching duration and solid-to-liquid ratio should be systematically investigated.

The experimental conditions of 95 g/L H_2SO_4 , 60 °C, 120 min, S:L = 1:5 and 0.5–2 mm provide a suitable basis for laboratory investigation. Further comparison of different technological conditions will allow the rational operating range to be established and the proposed hydrometallurgical scheme to be improved.

The developed approach can be used as a basis for further research into the processing of oxidized copper ores and the development of an efficient technological scheme for copper recovery.

REFERENCES

1. Kang, C. U., Hasanov, A. S., & Tolibov, B. I. (2021). Copper Extraction from Oxide Ore of Almalyk Mine by H_2SO_4 in Simulated Heap Leaching: Effect of Particle Size and Acid Concentration. *Minerals*, 11(9), 1020.
2. Karshiboyev, S. B., & Sayfullayeva, D. A. (2025). Investigation of the processing technology for off-balance ores using heterogeneous sulfuric acid leaching. *Technical Science and Innovation*, 4(1), 45-52.
3. Yusupkhodjaev, A. A., Hojiyev, S. T., & Berdiyarov, B. T. (2026). Research results on tank leaching of oxidized copper ores of the Kalmakyr deposit. *Scientific Progress and Research*, 3(2), 112-119.
4. Ramazonova, D., Turayev, Z., & Mamurov, B. (2026). Investigation of the process of extraction of copper from oxide-bearing metallurgical products using sulfuric acid solutions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1281(1), 012003.
5. Sanakulov, K. S., & Ergashev, U. A. (2024). Thermodynamics and optimization of sulfuric acid leaching of low-grade copper oxide ores. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 59(3), 512-520.
6. Zhang, Y., Wang, L., & Liu, X. (2026). Enhancing the leaching of copper oxide ores with high contents of calcium-magnesium bearing gangues under controlled acid conditions. *Minerals Engineering*, 208, 108520.
7. Schlesinger, M. E., Sole, K. C., Davenport, W. G., & Alvear, G. R. (2020). *Extractive Metallurgy of Copper*. 6th Edition, Elsevier, Amsterdam, 345-380.
8. Baba, A. A., Ghosh, M. K., & Pradhan, S. R. (2021). Dissolution kinetics of a complex copper oxide ore in sulfuric acid medium. *Hydrometallurgy*, 199, 105531.
9. Tumenova, S., & Abdykirova, G. (2023). Hydrometallurgical processing of refractory oxidized copper ores with low copper content. *Mining Journal of Kazakhstan*, 4(1), 89-97.
10. Ghorbani, Y., & Franzidis, J. P. (2022). Process mineralogy of copper oxide ores and its impact on acid leaching efficiency. *Minerals Engineering*, 176, 107321.
11. Kholmurodov, E. N., & Saidova, M. S. (2025). Closed-loop technology for the regeneration of solutions in the processing of copper oxide ores. *Uzbek Chemical Journal*, 2, 34-41.
12. Safari, V., Arzumanian, M., & Khalesi, M. R. (2023). Effect of particle size distribution and agitation speed on the kinetics of malachite leaching in sulfuric acid. *International Journal of Mineral Processing*, 182, 45-53.
13. Habashi, F. (2020). *A Textbook of Hydrometallurgy*. 3rd Edition, Métallurgie Extractive Québec, Quebec City, 215-240.
14. Shukurov, A. B., & Umarov, K. T. (2024). Optimization of the solid-to-liquid ratio during the tank leaching of complex oxidized minerals of Tashkent region. *Bulletin of Tashkent State Technical University*, 1(2), 77-83.
15. Li, M., & Zheng, S. (2025). Recovery of copper from low-grade pregnant leach solutions (PLS) using advanced solvent extraction methods. *Separation and Purification Technology*, 340, 126154.

YONUVCHI SLANETS ASOSIDA SORBENT MATERIALLAR OLISH ISTIQBOLLARI: BET VA DFT TAHLILLARI NATIJALARI

Xasanov Azamat Sobirjonovich¹, Adizov Bobirjon Zamirovich¹, Eshmetov Rasul Jumaniyazovich²

¹ Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent, O'zbekiston

² Ma'mun Universiteti, Xorazm, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada O'zbekistonning Aktao konidan olingan yonuvchi slanets namunasining g'ovak strukturasi va sirt xususiyatlari Autosorb iQ avtomatik gaz-sorbsion analizatorida N₂ adsorbsiya-desorbsiya izotermalari asosida o'rganildi. BET usuli bo'yicha namunaning solishtirma sirt maydoni 7.96 m²/g, Langmuir usuli bo'yicha esa 41.88 m²/g atrofida ekanligi aniqlandi. DFT usuli yordamida hisoblangan sirt maydoni 9,405 m²/g, umumiy g'ovak hajmi 0,036 sm³/g, o'rtacha g'ovak diametri esa 1,585 nm bo'lib, bu mikrog'ovaklar va boshlang'ich mezog'ovaklar aralashmasi mavjudligini ko'rsatdi. Adsorbsiya-desorbsiya izotermasi II tur izotermaga xos gisterezisga ega bo'lib, mineral zarralar (kvarts, illit, glaukonit) orasidagi bo'shliqlardan hosil bo'lgan parcha shaklidagi g'ovaklarning mavjudligidan dalolat berdi. Olingan natijalar xom yonuvchi slanetsning o'zi cheklangan sorbsion sig'imga ega ekanligini, biroq termik ishlov berish (piroliz) natijasida hosil bo'ladigan kul qoldig'ini import o'rnini bosuvchi tabiiy sorbent sifatida, jumladan suvni tozalashda, qo'llash istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: yoqilg'i slanetsi, BET, DFT, g'ovak struktura, sorbent, Aktao koni.

Аннотация. В статье с использованием автоматического газосорбционного анализатора Autosorb iQ на основе изотерм адсорбции-десорбции N₂ изучены пористая структура и поверхностные характеристики пробы горючего сланца месторождения Актау (Узбекистан). По методу БЭТ удельная поверхность образца составила 7.96 м²/г, а по методу Ленгмюра — около 41.88 м²/г. Рассчитанная методом DFT площадь поверхности составила 9,405 м²/г, общий объём пор — 0,036 см³/г, средний диаметр пор — 1,585 нм, что указывает на смешанную микро- и начально-мезопористую структуру. Изотерма адсорбции-десорбции характеризуется гистерезисом, типичным для изотермы II типа, что свидетельствует о наличии щелевидных пор, образованных промежутками между минеральными частицами (кварц, иллит, глауконит). Полученные результаты показывают, что сырой горючий сланец обладает ограниченной сорбционной ёмкостью, однако зольный остаток, образующийся после термической обработки (пиролиза), перспективен для использования в качестве импортозамещающего природного сорбента, в частности для очистки воды.

Ключевые слова: топливный сланец, БЭТ, DFT, пористая структура, сорбент, месторождение Актау.

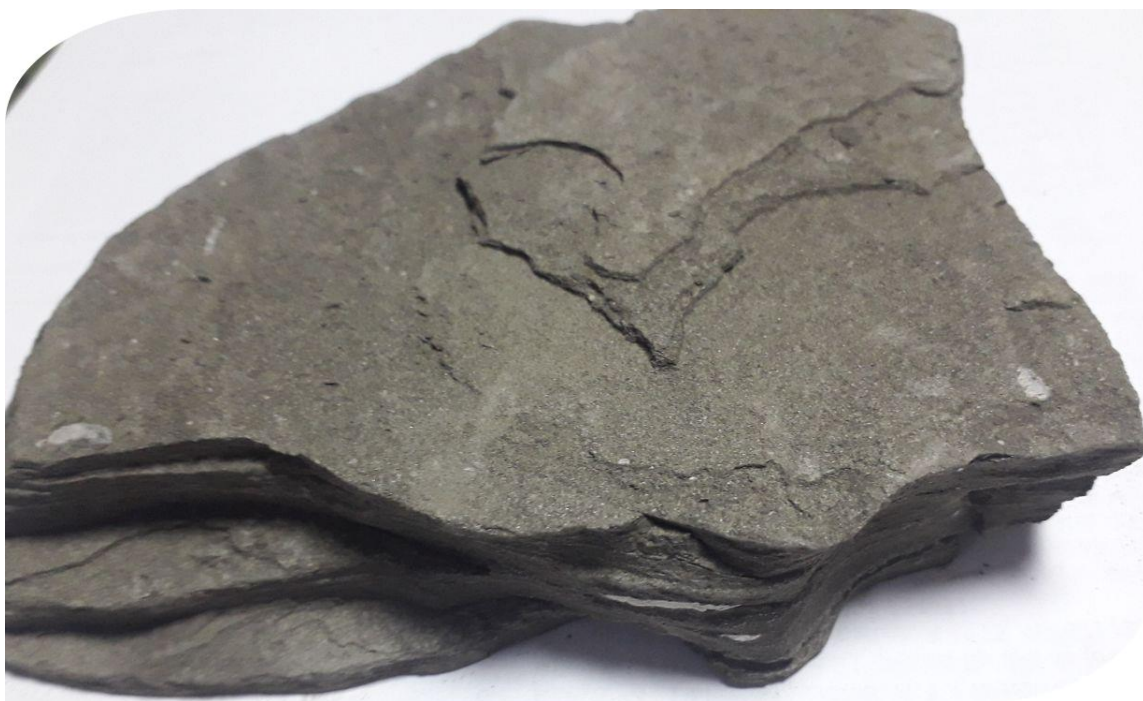
Abstract. This paper examines the pore structure and surface characteristics of an oil shale sample from the Aktau deposit (Uzbekistan) based on N₂ adsorption-desorption isotherms obtained with an Autosorb iQ automated gas sorption analyzer. The BET specific surface area was found to be 7.96 m²/g, while the Langmuir method yielded a value of approximately 41.88 m²/g. The DFT-calculated surface area was 9.405 m²/g, with a total pore volume of 0.036 cm³/g and an average pore diameter of 1.585 nm, indicating a mixture of micropores and incipient mesopores. The adsorption-desorption isotherm displayed a type II hysteresis loop, indicating slit-shaped pores formed between

mineral particles such as quartz, illite and glauconite. The results show that raw oil shale has limited sorption capacity on its own, but the ash residue produced after thermal treatment (pyrolysis) holds promise as an import-substituting natural sorbent, particularly for water purification.

Keywords: oil shale, BET, DFT, pore structure, sorbent, Aktau deposit.

KIRISH

Yonuvchi slanetslarni qayta ishlash orqali sorbent materiallar olish so‘nggi yillarda faol o‘rganilayotgan yo‘nalishlardan biridir. Bunday materiallarning sorbsion samaradorligi, birinchi navbatda, ularning g‘ovak strukturasi va solishtirma sirt maydoniga bog‘liq bo‘lib, bu ko‘rsatkichlarni aniqlash mahalliy xomashyoni sorbent sifatida qo‘llash imkoniyatlarini baholash uchun zarurdir. O‘zbekistonda mavjud tabiiy resurslar, ayniqsa Navoiy viloyatidagi Aktao koni, eng yirik slanets konlaridan biri bo‘lib, zaxiralari taxminan 180,0 mln tonna (yonuvchi qismi 81,0 mln tonna) tashkil etadi, Surxondaryo viloyati Boysun konida 250 million tonnani tashkil etadi. O‘zbekiston bo‘yicha 600 m chuqurlikkacha bo‘lgan geologik resurslar 47 milliard tonnani tashkil qiladi, bu O‘zbekiston hududlaridagi slanets qatlamlari yuqori iqtisodiy salohiyatga ega ekanligidan dalolat beradi. Yonuvchi slanetsni chuqur qayta ishlash va undan suyuq uglevodorodlar olishdan tashqari tabiat va atrof muhitni saqlash uchun muhim bo‘lgan adsorbentlar olish biz olimlar oldida turgan muhim vazifalardan biri hisoblanadi.



1-rasm. Navoiy viloyatidagi Aktao konidan olingan yonuvchi slanets namunasi

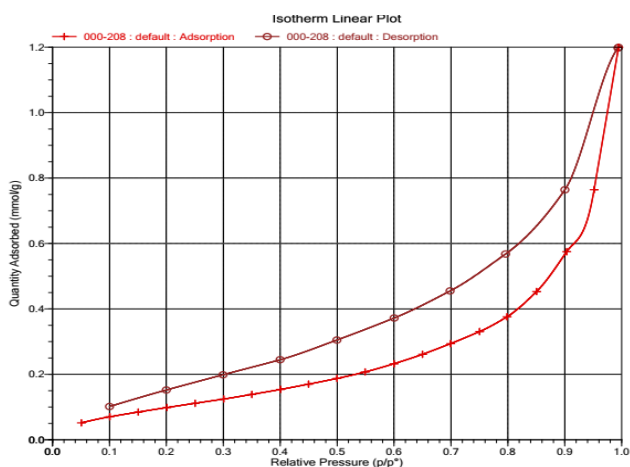
MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot uchun Aktao konining 26–30 metr chuqurligidan olingan, 2 mikrometrgacha maydalangan yonuvchi slanets namunasidan foydalanildi. Namunaning g‘ovak strukturasi va sirt

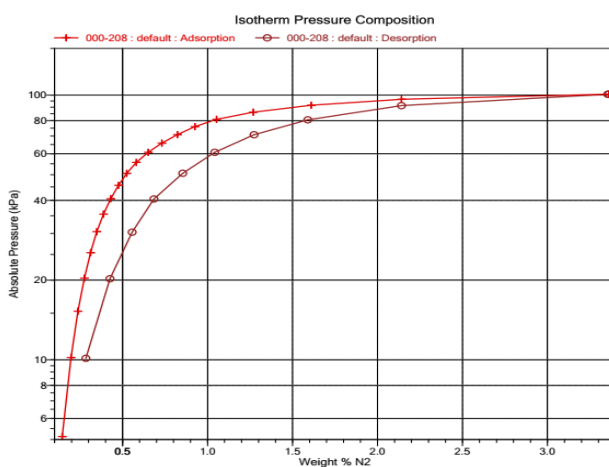
xususiyatlari Autosorb iQ avtomatik gaz-sorbsion analizatorida azot gazi adsorbsiya-desorbsiya izotermalari asosida, BET, Langmuir va DFT usullari qo‘llanilgan holda tahlil qilindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

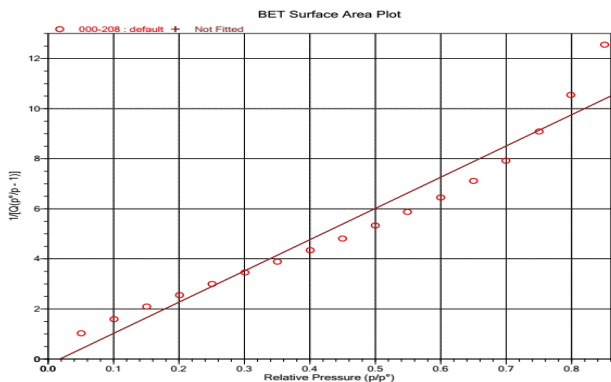
BET usuli bo‘yicha hisoblangan solishtirma sirt maydoni $7.96 \text{ m}^2/\text{g}$ ni tashkil etib, bu qiymat namunada mineral komponentlar ulushi yuqori bo‘lgani sababli nisbatan past hisoblanadi. Langmuir usuli esa maksimal adsorbsiya hajmini hisobga olgan holda $41.88 \text{ m}^2/\text{g}$ ga yaqin natija berdi, bu esa namunada mikro- va mezog‘ovakli tuzilma mavjudligidan dalolat beradi. BET grafigining chiziqli ko‘rinishi ($R^2 > 0,94$) berdi.



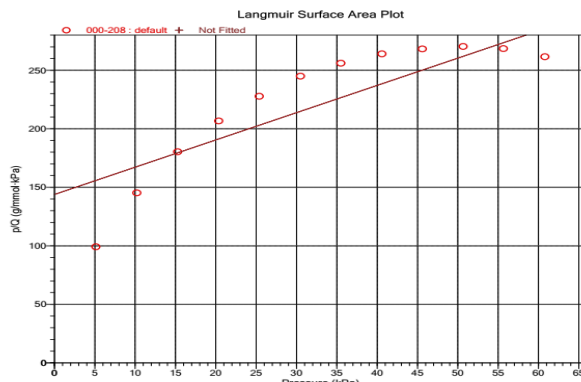
2-rasm N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasi



3-rasm Izoterma bosim-tarkib grafigi



4-rasm BET usuli bo‘yicha sirt maydoni



5-rasm Langmuir usuli bo‘yicha sirt maydoni

DFT usuli bo‘yicha aniqlangan sirt maydoni $9,405 \text{ m}^2/\text{g}$, umumiy g‘ovak hajmi $0,036 \text{ sm}^3/\text{g}$, o‘rtacha g‘ovak o‘lchami esa $1,585 \text{ nm}$ bo‘lib, bu mikrog‘ovaklar ($\leq 2 \text{ nm}$) va boshlang‘ich mezog‘ovaklar ($2-10 \text{ nm}$) aralashmasini ko‘rsatadi. Adsorbsiya-desorbsiya izotermasi II turga xos bo‘lib, adsorbsiya va desorbsiya egri chiziqlari orasidagi gisterezis mineral zarralar (kvarts, illit, glaukonit) orasidagi parcha shaklidagi g‘ovaklarning mavjudligini tasdiqladi. Bunday tuzilma yirik

molekulalarni (masalan, neft mahsulotlarini) ushlab qolishga qulay bo'lsa-da, kichik molekulalar (masalan, CO₂) uchun samaradorligi cheklangan.

XULOSA

O'tkazilgan BET va DFT tahlillari Aktao konidan olingan xom yonuvchi slanetsning solishtirma sirt maydoni (9,4–12,9 m²/g) va g'ovak hajmi (0,036 sm³/g) nisbatan past ekanligini, bu esa mineral qismning ustunligi bilan bog'liqligini ko'rsatdi. Shu bilan birga, namunada mikro- va mezog'ovakli tuzilmaning mavjudligi uni termik ishlov berishdan (piroliz) so'ng hosil bo'ladigan kul qoldig'ini yuqori sirt maydoniga ega tabiiy sorbent sifatida, xususan suvni tozalash jarayonlarida, import o'rnini bosuvchi mahsulot sifatida qo'llash istiqbolini asoslaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Langmuir I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum // J. Am. Chem. Soc. — 1918. — Vol. 40, No. 9. — P. 1361–1403.
2. Barrett E.P., Joyner L.G., Halenda P.P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I // J. Am. Chem. Soc. — 1951. — Vol. 73, No. 1. — P. 373–380.
3. Cao Z., Zhang W., Liu Q. Adsorption behavior of heavy metals on oil shale ash // Journal of Hazardous Materials. — 2010. — Vol. 176, No. 1–3. — P. 763–769.
4. Korkunov V., et al. Oil shale pyrolysis and product applications // Energy Reports. — 2021. — Vol. 7. — P. 889–897.

**O'SIMLIK GENETIK TADQIQOTLARIDA ZAMONAVIY SEKVENSLASH VA
BIOINFORMATIK TAHLIL IMKONIYATLARI**

Ahmedova Dिल्фуза Xudayberdievna

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahar, 100174, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi o'simliklarning genetik xilma-xilligi, muhim xo'jalik belgilarining molekulyar asoslari va seleksiya uchun qimmatli genotiplarni tavsiflashda zamonaviy sekvenslash hamda bioinformatika usullarining imkoniyatlari tahlil qilinadi. Keyingi avlod sekvenslash (NGS), butun genom sekvenslashi va transkriptomik yondashuvlar katta hajmdagi genetik ma'lumotlarni olish imkonini beradi. Bioinformatik vositalar sekvenslash ma'lumotlarini sifat nazoratidan o'tkazish, genomlarni yig'ish yoki referens genomga joylashtirish, genetik variantlarni aniqlash, funksional annotatsiya va filogenetik tahlilni amalga oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuvlarning integratsiyasi o'simlik genetikasi, genomikasi va seleksiyasining zamonaviy ilmiy asoslarini kuchaytiradi.

Kalit so'zlar: o'simlik genetikasi, sekvenslash, NGS, genomika, bioinformatika, SNP, transkriptomika.

Аннотация. В тезисе рассмотрены возможности современных технологий секвенирования и биоинформатического анализа при изучении генетического разнообразия растений, молекулярных основ хозяйственно ценных признаков и генотипов, представляющих интерес для селекции. Методы NGS, полногеномного секвенирования и транскриптомики позволяют получать большие массивы генетической информации. Биоинформатические инструменты применяются для контроля качества данных, сборки геномов или картирования чтений, выявления генетических вариантов, функциональной аннотации и филогенетического анализа. Интеграция этих подходов расширяет возможности современной генетики, геномики и селекции растений.

Ключевые слова: генетика растений, секвенирование, NGS, геномика, биоинформатика, SNP, транскриптомика.

Abstract. The thesis considers the potential of modern sequencing technologies and bioinformatics for studying plant genetic diversity, the molecular basis of economically important traits, and genotypes of interest for breeding. Next-generation sequencing, whole-genome sequencing and transcriptomic approaches generate large-scale genetic datasets. Bioinformatics tools are used for quality control, genome assembly or read mapping, genetic variant detection, functional annotation and phylogenetic analysis. The integration of these approaches strengthens the methodological basis of contemporary plant genetics, genomics and breeding.

Keywords: plant genetics, sequencing, NGS, genomics, bioinformatics, SNP, transcript-tomics.

KIRISH

Zamonaviy biologiyada genomik ma'lumotlarning hajmi va xilma-xilligi tez sur'atlarda ortib bormoqda. Yuqori o'tkazuvchanlikka ega sekvenslash texnologiyalarining rivojlanishi genomlarni, alohida genlarni va transkriptomlarni qisqa vaqt ichida tahlil qilish imkonini berdi. NGS texnologiyalari o'simlik genomlarini o'rganishda keng qo'llanib, genetik xilma-xillikni tavsiflash va biologik jihatdan muhim variantlarni aniqlash uchun yangi imkoniyatlar yaratdi. O'simlik genomlarining katta hajmi, poliploidiya va takroriy ketma-ketliklarning ko'pligi esa bioinformatik tahlilga alohida talab qo'yadi [1, 2].

Tadqiqotning maqsadi o'simlik genetik tadqiqotlarida zamonaviy sekvenslash va bioinformatik tahlilning asosiy imkoniyatlarini umumlashtirish hamda ularning genetik xilma-xillikni baholash, molekulyar markerlarni aniqlash va seleksiya jarayonlarida qo'llanish istiqbollari ko'rsatishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Ish analitik-tahliliy xarakterga ega bo'lib, zamonaviy ilmiy adabiyotlarni qiyosiy tahlil qilishga asoslangan. Sekvenslash ma'lumotlarini qayta ishlashning asosiy bosqichlari sifat nazorati, past sifatli o'qishlarni filtrlash, referens genomga joylashtirish yoki de novo yig'ish, genetik variantlarni aniqlash va biologik talqinni o'z ichiga oladi. Genom va transkriptom annotatsiyasida maxsus ma'lumotlar bazalari, funksional kategoriyalar va bio-informatik quvurlar qo'llaniladi [3].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Sekvenslashning birinchi muhim bosqichi olingan ma'lumotlarning sifatini baholashdir. Sifat nazorati noto'g'ri yoki past sifatli o'qishlarni aniqlashga va keyingi tahlilning ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi. Shundan so'ng o'qishlar referens genomga joylashtirilishi yoki referens genom mavjud bo'lmagan hollarda de novo yig'ish amalga oshirilishi mumkin.

So'nggi yillarda uzun o'qishli sekvenslash texnologiyalarining rivojlanishi murakkab o'simlik genomlarini yig'ish imkoniyatlarini ham kengaytirdi. Bunday texnologiyalar uzun takroriy hududlarni aniqlash va genomning murakkab qismlarini yaxshiroq rekonstruksiya qilish uchun qo'shimcha imkoniyat yaratadi. Shu bilan birga, yuqori geterozigotlik, poliploidiya va takroriy ketma-ketliklar hali ham murakkab genomlarni yig'ishda muhim metodik muammolar hisoblanadi [2,4].

Genetik variantlarni aniqlash o'simlik genetikasi uchun alohida ahamiyatga ega. SNP kabi bir nukleotidli polimorfizmlar navlar, populyatsiyalar yoki alohida genotiplar o'rtasidagi farqlarni tavsiflashda molekulyar marker sifatida qo'llanadi. Genetik variantlarni fenotipik ma'lumotlar bilan birlashtirish muayyan belgilar bilan bog'liq genom hududlarini aniqlashga yordam beradi.

Molekulyar markerlar o'simlik seleksiyasida genetik xilma-xillikni baholash, qarindosh shakllarni farqlash va qimmatli genotiplarni tanlashda qo'llanilishi mumkin. Genomik ma'lumotlarning fenotipik kuzatuvlar bilan birlashtirilishi murakkab miqdoriy belgilarni o'rganish uchun qo'shimcha imkoniyat yaratadi. Genomika va seleksiya o'rtasidagi integratsiya zamonaviy o'simlikshunoslikning muhim yo'nalishlaridan biridir [5].

Transkriptomik tahlil o'simliklarda muayyan sharoitda faol bo'lgan genlarning ekspres-siyasini o'rganishga imkon beradi. Qurg'oqchilik, sho'rlanish, harorat o'zgarishi yoki boshqa stress omillari ta'sirida genlarning ifodalanish darajasi o'zgarishi mumkin. RNA-seq asosidagi yondashuvlar

differential ifodalangan genlarni aniqlash va ularning funksional guruhlarini baho-lash imkonini beradi [6].

Bioinformatik tahlilning yana bir muhim yo‘nalishi filogenetik va filogenomik tadqiqot-lardir. Nukleotid ketma-ketliklarini tekislash, genetik masofalarni hisoblash va evolyutsion daraxtlarni qurish orqali o‘rganilayotgan namunalar o‘rtasidagi qarindoshlik munosabatlari baholanadi. Katta hajmdagi genomik ma’lumotlardan foydalanish o‘simliklarning evolyutsiyasi va qarindosh guruhlarining shakllanish tarixini chuqurroq o‘rganishga yordam beradi.

Bugungi kunda bitta referens genomdan foydalanishning ayrim cheklovlari ham ko‘rsatib berilmoqda. Bir tur tarkibidagi turli genotiplar genomida mavjud yoki yo‘q bo‘lgan genlar, strukturaviy variantlar va boshqa farqlar uchrashi mumkin. Shu sababli pan-genom yondashuvi turning genomik xilma-xilligini kengroq ifodalashga xizmat qiladi. Pan-genomlar o‘simliklar-ning evolyutsiyasi va seleksiyasida foydalanish uchun muhim manba sifatida qaralmoqda [7].

O‘zbekiston sharoitida mahalliy navlar, kolleksiya materiallari va yovvoyi qarindosh turlar uchun genomik ma’lumotlar bazalarini yaratish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Bunday ma’lumotlar genetik resurslarni saqlash, navlarning molekulyar pasportlarini shakllantirish va seleksiya dasturlarini ilmiy asoslashga xizmat qilishi mumkin.

Jadvaldan ko‘rinadiki, sekvenslash va bioinformatik tahlil bir-birini to‘ldiruvchi bosqich-lardan iborat. Har bir bosqichdagi xatolik keyingi natijalarga ta’sir qilishi mumkin. Shu bois namuna tayyorlashdan boshlab biologik talqingacha bo‘lgan jarayon yagona sifat nazorati tizimi asosida tashkil etilishi lozim.

XULOSA

Zamonaviy sekvenslash va bioinformatik tahlil o‘simliklarning genetik xilma-xilligi, genom tuzilishi, gen ekspressiyasi va molekulyar markerlarini o‘rganish uchun samarali metodologik asos yaratadi. NGS va uzun o‘qishli sekvenslash texnologiyalaridan foydalanish genomik ma’lumotlarning ko‘lamini kengaytiradi, bioinformatik yondashuvlar esa ushbu ma’lumotlarni tizimli qayta ishlash va biologik talqin qilish imkonini beradi. Sekvenslash, bioinformatika, molekulyar markerlar va transkriptomik tahlilning integratsiyasi o‘simlik genetikasi va seleksiyasining ilmiy asoslarini mustahkamlashi mumkin. O‘zbekiston sharoitida mahalliy genetik resurslarning genomik tavsifini kengaytirish, ma’lumotlar bazalarini shakllantirish va bioinformatik kompetensiyalarni rivojlantirish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Goodwin S., McPherson J. D., Mc Combie W. R. Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies//Nature Reviews Genetics. 2016. Vol.17. P.333–351.

[2] Dumschott K., Schmidt M. H.-W., Chawla H. S. et al. Oxford Nanopore sequencing: new opportunities for plant genomics//Journal of Experimental Botany. 2020. Vol.71, № 18. P. 5313 – 5322.

[3] Usadel B., Obayashi T., Mutwil M. et al. Plant genome and transcriptome annotations: from misconceptions to simple solutions//Briefings in Bioinformatics. 2018. Vol.19, № 3. P.437 – 449.

[4] Li J. et al. Recent Advances in Assembly of Complex Plant Genomes//Genomics, Proteomics & Bioinformatics. 2023. Vol. 21, № 3. P.427 – 443.

[5] Varshney R. K., Graner A., Sorrells M. E. Genomics-assisted breeding for crop improvement//Trends in Plant Science. 2005. Vol. 10, № 12. P.621 – 630.

[6] Wong G. K.-S., Soltis D. E., Leebens-Mack J. et al. Sequencing and Analyzing the Transcriptomes of a Thousand Species Across the Tree of Life for Green Plants//Annual Review of Plant Biology. 2020. Vol.71. P.741 – 765.

[7] Bayer P. E., Golicz A. A., Scheben A., Batley J., Edwards D. Plant pan-genomes are the new reference//Nature Plants. 2020. Vol. 6. P.914 – 920.

MULTIVARIATE ASSESSMENT OF SELF-POLLINATION EFFICIENCY AND FRUIT SET IN APPLE (*MALUS × DOMESTICA* BORKH.) CULTIVARS UNDER UZBEKISTAN CONDITIONS

Farhod Abdurasulov¹, Sherzod Rajametov², Jaloliddin Shavkiev³, Alisher Botirov⁴, Shukhrat Akhmedov⁵

¹ Scientific Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking named after Academician M. Mirzaev, Tashkent 11116, Uzbekistan. farhod.abdurasulov19944894@gmail.com;

² "Dairy Value Chains Development, Phase-2" under the Committee of Veterinary and Livestock Development, Tashkent, Uzbekistan. sherzod_2004@list.ru

³ Institute of Genetics and Experimental Plant Biology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan. jaloliddinshavkiev1992@gmail.com

⁴ Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan, Tashkent 140001, Uzbekistan. alikhan87.as47@gmail.com

⁵ Scientific Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking named after Academician M. Mirzaev, Tashkent, Uzbekistan. axmedovshuhrat@gmail.com

Abstract. *The fruit-set capacity of 14 local and introduced apple cultivars was evaluated under self-pollination and natural open-pollination conditions in an intensive collection orchard in the Tashkent region of Uzbekistan. Mean fruit set increased from 2.46% under isolation to 7.58% under open pollination, representing a 3.08-fold increase. Cultivar, pollination treatment, and their interaction significantly affected fruit set ($P<0.001$). Starking Delicious and Red Delicious showed the highest open-pollination fruit set (18.80% and 17.30%), while Vagnera Prizovoe had the highest relative self-fruit-set index (46.8%). Self- and open-pollination responses were strongly correlated ($r=0.964$; $P<0.001$). The first two PCA components explained 99.75% of total variation. The results demonstrate substantial cultivar differences in fruit-set response to pollination conditions and provide useful information for cultivar evaluation and orchard management.*

Keywords: *Malus × domestica Borkh.; self-pollination; open pollination; fruit set; self-fruit-set index; ANOVA; PCA.*

Аннотация. *В условиях интенсивного коллекционного сада Ташкентской области изучена способность 14 местных и интродуцированных сортов яблони к завязыванию плодов при самоопылении и свободном опылении. Средняя завязываемость плодов увеличилась с 2,46% при изоляции до 7,58% при свободном опылении, то есть в 3,08 раза. Сорт, способ опыления и их взаимодействие достоверно влияли на завязываемость плодов ($P<0,001$). Наиболее высокая завязываемость при свободном опылении отмечена у Starking Delicious и*

Red Delicious (18,80% и 17,30%), а индекс относительной самоплодности у *Vagnera Prizovoe* составил 46,8%. Между результатами само- и свободного опыления выявлена сильная корреляция ($r=0,964$; $P<0,001$). Первые две главные компоненты объяснили 99,75% общей вариабельности. Результаты показали существенные сортовые различия в реакции на условия опыления.

Ключевые слова: *Malus × domestica* Borkh.; самоопыление; свободное опыление; завязываемость плодов; индекс самоплодности; ANOVA; PCA.

Annotatsiya. Tadqiqotda Toshkent viloyatidagi intensiv kolleksiya bog'ida yetishtirilgan 14 ta mahalliy va introduksiya qilingan olma navining o'zidan changlanish va erkin changlanish sharoitidagi meva tugish qobiliyati baholandi. O'rtacha meva tugishi izolyatsiyada 2,46%, erkin changlanishda 7,58% ni tashkil etib, 3,08 baravar oshdi. Nav, changlanish usuli va ularning o'zaro ta'siri meva tugishiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi ($P<0,001$). *Starking Delicious* va *Red Delicious* navlarida erkin changlanishdagi meva tugishi eng yuqori bo'ldi (18,80% va 17,30%), *Vagnera Prizovoe* navida esa nisbiy o'zidan meva tugish indeksi 46,8% ni tashkil etdi. O'zidan va erkin changlanishdagi natijalar kuchli korrelyatsiyalandi ($r=0,964$; $P<0,001$). PCA tahlilida dastlabki ikki komponent umumiy o'zgaruvchanlikning 99,75% ini izohladi. Natijalar navlarning changlanish sharoitlariga javobi sezilarli farqlanishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: *Malus × domestica* Borkh.; o'zidan changlanish; erkin changlanish; meva tugishi; o'zidan meva tugish indeksi; ANOVA; PCA.

INTRODUCTION

Apple (*Malus × domestica* Borkh.) is a major temperate fruit crop of high nutritional and economic importance. Central Asia represents an important centre of *Malus* diversity and has contributed substantially to the evolutionary history of cultivated apple (Forsline et al., 2003; Hancock et al., 2008; Pereira-Lorenzo et al., 2009; Dzhangaliev, 2010). This genetic diversity is also reflected in reproductive traits, including flowering, pollen performance, compatibility, and fruit-set stability.

Most diploid apple cultivars exhibit gametophytic self-incompatibility controlled by the multiallelic S-locus, where S-RNases and S-locus F-box proteins regulate pollen-tube compatibility (Ramírez and Davenport, 2013; Matsumoto, 2014). Therefore, successful fruit production generally depends on compatible pollen sources, synchronized flowering, and effective pollinator activity. Environmental conditions during flowering, pollen viability, stigma receptivity, pollen-tube growth, and ovule longevity further influence fruit set (Dennis, 2003; Ramírez and Davenport, 2013; Roeder et al., 2021a,b).

Pollination limitation can reduce fruit and seed set and negatively affect fruit development and market quality. However, the magnitude of this response varies among cultivars because compatibility, pollen characteristics, and pollinator attraction are genotype-dependent (Garratt et al., 2016; Samnegård et al., 2019; Olhnuud et al., 2022). Thus, cultivar-specific reproductive evaluation is important for efficient orchard pollinizer selection and arrangement.

Fruit set observed under flower-bud isolation may indicate partial self-fertility, but it does not necessarily confirm true self-compatibility because parthenocarp, apomixis, or accidental pollen contamination may produce similar responses. Definitive classification therefore requires additional

evidence such as seed-set, pollen-tube, S-locus, or molecular analyses (Liu et al., 2014; Wu et al., 2024).

Although recent research has examined apple pollen viability and germination under Tashkent conditions (Abdurasulov et al., 2026), data on cultivar-specific self-fruit set and open-pollination performance in Uzbekistan remain limited. Therefore, this study evaluated fruit set under isolated and open pollination, estimated the relative self-fruit-set index, tested cultivar and pollination effects, and integrated reproductive traits using correlation, PCA, and Ward clustering. The results provide a basis for cultivar evaluation, breeding-parent selection, and orchard pollinizer planning.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted in 2025 in the intensive apple collection orchard of the Central Experimental Station of the Scientific Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking named after Academician Mahmud Mirzaev, Uzbekistan, at approximately 486 m a.s.l. Groundwater occurred at 2.5–3.5 m depth. Standard orchard management practices were maintained throughout the study.

The soil was a non-saline typical grey soil (Calcaric Kastanozem) with light sandy-loam texture and good drainage. In the 0–20 cm layer, humus was 0.5–0.9%, total N 0.11–0.15%, nitrate-N approximately 7–45 mg kg⁻¹, total P 0.19–0.23%, available P 20.7–24.2 mg kg⁻¹, and available K 129.7–158.3 mg kg⁻¹. These conditions provided a relatively uniform soil background for cultivar comparisons.

Fourteen apple cultivars representing Uzbek, North American, Ukrainian, and Crimean groups were evaluated: Farangiz (control), Prikubanskoe, Renora Zimniy, Remo, Sunprice, Liberti Zimniy, Vagnera Prizovoe, Starking Delicious, Red Delicious, Limonniy, Bolajon, Isroil, Renda, and Kandil Sinap. Trees were planted in 2014 at 4 × 2.5 m spacing, grafted on M-IX rootstock, and were 10–12 years old during the experiment. The design included four field replications under common orchard management.

Before anthesis, 200–250 flower buds per tree were enclosed in isolation bags to exclude insect-mediated cross-pollination. Fruit set from isolated flowers was recorded after flowering and initial fruit development. Non-isolated flowers on the same trees were monitored under natural open-pollination conditions. The procedure followed established fruit-crop evaluation methods (VNIISPK, 1999; Nesterov, 1986; Dospehov, 1985).

Fruit set was calculated as:

$$\text{Fruit set (\%)} = (\text{number of fruits set} / \text{number of flowers observed}) \times 100.$$

The relative self-fruit-set index was calculated as:

$$\text{Relative index (\%)} = (\text{isolated fruit set} / \text{open-pollination fruit set}) \times 100.$$

Pollination gain was expressed as the percentage-point difference between open and isolated treatments, and the fold response as the ratio of open-pollination to isolated fruit-set means.

Data were expressed as mean ± SD. A balanced fixed-effects two-way ANOVA, equivalent to the General Linear Models procedure in Statgraphics Centurion 18, tested cultivar (14 levels), pollination treatment (2 levels), and their interaction. Residual variation was reconstructed from reported SD values and four replications. One-way ANOVA was also performed separately for each

treatment. Effect sizes were expressed as partial η^2 and ω^2 , with significance set at $\alpha = 0.05$; Tukey's HSD was used for pairwise comparisons.

Pearson and Spearman correlations were calculated between cultivar means under isolated and open-pollination conditions. PCA was performed using standardized values of isolated fruit set, open-pollination fruit set, and the relative self-fruit-set index. Ward hierarchical clustering with Euclidean distance was applied to the same standardized variables. These multivariate analyses were used descriptively to characterize cultivar groups and relationships among reproductive traits.

RESULTS AND DISCUSSION

Across all cultivars, mean fruit set was 2.46% under isolation and 7.58% under open pollination. Open pollination therefore increased the cultivar-average fruit set by 5.12 percentage points, corresponding to a 3.08-fold or 208.3% increase. Every cultivar showed a positive response to open pollination, but the magnitude of improvement varied markedly among genotypes (Table 1; Figure 1).

The highest isolated fruit set was recorded in Red Delicious (5.80%), Starking Delicious (5.57%), Vagnera Prizovoe (4.90%), and Sunprice (4.33%). In contrast, Renda (0.57%), Limonniy (0.67%), Kandil Sinap (0.77%), and Farangiz (0.83%) had the lowest isolated fruit set. Under open pollination, Starking Delicious (18.80%), Red Delicious (17.30%), Sunprice (14.13%), and Vagnera Prizovoe (10.47%) were the leading cultivars. The largest absolute pollination gains occurred in Starking Delicious (13.23 percentage points), Red Delicious (11.50), and Sunprice (9.80).

Table 1.

Descriptive fruit-set performance of 14 apple cultivars under self- and open-pollination conditions.

Cultivar	Self-pollination mean $\pm$ SD (%)	Open pollination mean $\pm$ SD (%)	Gain (pp)	Open/self fold	Relative index (%)	Multivariate cluster
Farangiz (control)	0.83 $\pm$ 0.76	3.53 $\pm$ 1.55	2.70	4.25	23.5	Low
Prikubanskoe	2.23 $\pm$ 0.93	6.40 $\pm$ 1.39	4.17	2.87	34.8	Intermediate
Renora Zimniy	2.33 $\pm$ 1.34	6.07 $\pm$ 1.50	3.74	2.61	38.4	Intermediate
Remo	2.30 $\pm$ 1.55	7.17 $\pm$ 1.06	4.87	3.12	32.1	Intermediate
Sunprice	4.33 $\pm$ 1.61	14.13 $\pm$ 4.65	9.80	3.26	30.6	High
Liberti Zimniy	1.30 $\pm$ 1.21	4.43 $\pm$ 1.07	3.13	3.41	29.3	Intermediate
Vagnera Prizovoe	4.90 $\pm$ 1.32	10.47 $\pm$ 3.69	5.57	2.14	46.8	High
Starking Delicious	5.57 $\pm$ 1.01	18.80 $\pm$ 3.35	13.23	3.38	29.6	High
Red Delicious	5.80 $\pm$ 1.15	17.30 $\pm$ 5.07	11.50	2.98	33.5	High
Limonniy	0.67 $\pm$ 0.58	2.90 $\pm$ 0.36	2.23	4.33	23.1	Low

Cultivar	Self-pollination mean $\pm$ SD (%)	Open pollination mean $\pm$ SD (%)	Gain (pp)	Open/self fold	Relative index (%)	Multivariate cluster
Bolajon	1.33 $\pm$ 0.76	4.20 $\pm$ 0.95	2.87	3.16	31.7	Intermediate
Isroil	1.50 $\pm$ 1.00	4.37 $\pm$ 2.20	2.87	2.91	34.3	Intermediate
Renda	0.57 $\pm$ 0.64	3.20 $\pm$ 0.20	2.63	5.61	17.8	Low
Kandil Sinap	0.77 $\pm$ 0.67	3.17 $\pm$ 0.76	2.40	4.12	24.3	Low

Notes: Gain is open minus self fruit set in percentage points (pp). The relative index equals $\text{self/open} \times 100$. Cluster labels were obtained from Ward clustering of standardized self fruit set, open fruit set, and relative index.

The relative self-fruit-set index ranged from 17.8% to 46.8%. Vagnera Prizovoe had the highest value (46.8%), followed by Renora Zimniy (38.4%), Prikubanskoe (34.8%), Isroil (34.3%), Red Delicious (33.5%), and Remo (32.1%). Renda had the lowest index (17.8%). These percentages express the proportion of open-pollination fruit set retained under isolation and should be interpreted as a screening measure rather than direct molecular evidence of self-compatibility.

Self- and open-pollination fruit set were strongly correlated (Pearson $r = 0.964$, $P < 0.001$; Spearman $\rho = 0.952$, $P < 0.001$). The linear model explained approximately 93.0% of the between-cultivar variation in open-pollination means. Nevertheless, Vagnera Prizovoe deviated from the main trend by combining a high relative index with a more moderate open-pollination value than Red Delicious and Starking Delicious, indicating that absolute fruit-set capacity and relative reproductive autonomy are related but distinct selection dimensions.

CONCLUSIONS

The reproductive performance of the 14 apple cultivars differed significantly under both isolated and open-pollination conditions. Open pollination increased mean fruit set from 2.46% to 7.58%, confirming that compatible external pollen transfer is essential for maximizing production. Cultivar, pollination treatment, and their interaction all had large effects, demonstrating that the benefit of open pollination is strongly genotype-dependent.

Starking Delicious and Red Delicious were the strongest cultivars for absolute fruit set, while Vagnera Prizovoe had the highest relative self-fruit-set index. PCA and Ward clustering separated high-, intermediate-, and low-performing reproductive groups and distinguished overall productivity from relative performance under isolation. The high group—Red Delicious, Starking Delicious, Sunprice, and Vagnera Prizovoe—represents promising material for breeding and orchard evaluation. Cultivars in the low group require deliberate pollinizer management and further testing.

The results should be used as a first-stage phenotypic screening. Definitive identification of self-compatible cultivars requires controlled hand-pollination, seed and embryo assessment, pollen-tube analysis, and molecular characterization of the S-locus. Repeated multi-year trials and binomial mixed-model analysis of flower-level data are recommended before cultivar-specific orchard recommendations are finalized.

REFERENCES:

- [1] Abdurasulov, F.Sh., Rajametov, Sh.N., Shavqiev, J.Sh., Kholova, M.D., 2026. Pollen viability and germinability of apple varieties grown in the climatic conditions of the Tashkent region. *Science and Education in Agriculture*, 76–77.
- [2] Dennis, F.G., 2003. Flowering, pollination, fruit set and development. In: Ferree, D.C., Warrington, I.J. (Eds.), *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 153–166.
- [3] Dospehov, B.A., 1985. *Methodology of Field Experiment*. Agropromizdat, Moscow, 351 pp.
- [4] Dzhangaliev, A.D., 2010. The Wild Apple Tree of Kazakhstan. *Horticultural Reviews*. Wiley, pp. 63–303. <https://doi.org/10.1002/9780470650868.ch2>.
- [5] Forsline, P.L., Aldwinckle, H.S., Dickson, E.E., Luby, J.J., Hokanson, S.C., 2003. Collection, maintenance, characterization, and utilization of wild apples of Central Asia. *Horticultural Reviews* 29, 1–61.
- [6] Garratt, M.P.D., Breeze, T.D., Boreux, V., Fountain, M.T., McKerchar, M., Webber, S.M., et al., 2016. Apple pollination: Demand depends on variety and supply depends on pollinator identity. *PLoS ONE* 11, e0153889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153889>.
- [7] Hancock, J.F., Luby, J.J., Brown, S.K., Lobos, G.A., 2008. Apples. In: Hancock, J.F. (Ed.), *Temperate Fruit Crop Breeding*. Springer, Dordrecht, pp. 1–37.
- [8] Kaushal, N., Thakur, D.S., Chauhan, N., Dogra, R.K., Chauhan, A., Dangi, G., 2024. Studies on pollination, fruit set and self-incompatibility index in apple varieties under wet temperate conditions of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Ecology* 51, 353–363. <https://doi.org/10.55362/IJE/2024/4242>.
- [9] Liu, D.-D., Fang, M.-J., Dong, Q.-L., Hu, D.-G., Zhou, L.-J., Sha, G.-L., Jiang, Z.-W., Liu, Z., Hao, Y.-J., 2014. Unreduced embryo sacs escape fertilization via a ‘female-late-on-date’ strategy to produce clonal seeds in apomictic crabapples. *Scientia Horticulturae* 167, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.12.035>.
- [10] Matsumoto, S., 2014. Apple pollination biology for stable and novel fruit production: Search system for apple cultivar combinations showing incompatibility, semicompatibility, and full compatibility based on the S-RNase allele database. *International Journal of Agronomy* 2014, 138271. <https://doi.org/10.1155/2014/138271>.
- [11] Nesterov, Y.S., 1986. Study of the Collection of Pome Crops and Identification of Intensive-Type Varieties. VIR, Leningrad, pp. 55–59.
- [12] Olhnuud, A., Liu, Y., Makowski, D., Tschardt, T., Westphal, C., Wu, P., Wang, M., van der Werf, W., 2022. Pollination deficits and contributions of pollinators in apple production: A global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 59, 2971–2982. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14279>.
- [13] Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A.M., Fischer, M., 2009. Breeding apple (*Malus × domestica* Borkh.). In: Jain, S.M., Priyadarshan, P.M. (Eds.), *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*. Springer, Berlin, pp. 33–81.
- [14] Ramírez, F., Davenport, T.L., 2013. Apple pollination: A review. *Scientia Horticulturae* 162, 188–203. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.007>.

- [15] Roeder, S., Serra, S., Musacchi, S., 2021a. Effective pollination period and parentage effect on pollen tube growth in apple. *Plants* 10, 1618. <https://doi.org/10.3390/plants10081618>.
- [16] Samnegård, U., Hambäck, P.A., Smith, H.G., 2019. Pollination treatment affects fruit set and modifies marketable and storable fruit quality of commercial apples. *Royal Society Open Science* 6, 190326. <https://doi.org/10.1098/rsos.190326>.
- [17] Waite, M.B., 1894. The pollination of pomaceous fruits. Bulletin 5, Division of Vegetable Pathology, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- [18] Wu, R., Chen, X., Xia, B., Yang, Y., Molloy, C., Wang, R., Ireland, H.S., Schaffer, R.J., Kumar, S., Yao, J.-L., 2024. Analysis on unveiling the natural dynamics of parthenocarpy and self-compatibility in apple trees. *Horticulturae* 10, 1261. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10121261>.

MULTIVARIATE STATISTICAL ASSESSMENT OF POMOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND SENSORY QUALITY TRAITS IN APPLE CULTIVARS

Farhod Abdurasulov¹, Sherzod Rajametov², Jaloliddin Shavkiev³, Alisher Botirov⁴, Shukhrat Akhmedov⁵

¹ Scientific Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking named after Academician M. Mirzaev, Tashkent 11116, Uzbekistan. farhod.abdurasulov19944894@gmail.com;

² "Dairy Value Chains Development, Phase-2" under the Committee of Veterinary and Livestock Development, Tashkent, Uzbekistan. sherzod_2004@list.ru

³ Institute of Genetics and Experimental Plant Biology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan. jaloliddinshavkiev1992@gmail.com

⁴ Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan, Tashkent 140001, Uzbekistan. alikhhan87.as47@gmail.com

⁵ Scientific Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking named after Academician M. Mirzaev, Tashkent, Uzbekistan. axmedovshuhrat@gmail.com

Abstract. Fourteen apple cultivars were evaluated during 2025–2026 using pomological, biochemical, and sensory traits. The greatest variability was observed for fruit weight (CV=33.69%), titratable acidity (32.16%), and the sugar-to-acid index (31.44%). Fruit weight was strongly correlated with fruit height and diameter ($r=0.929$ and 0.924 ; FDR-adjusted $q<0.001$). Principal component analysis showed that the first three components explained 79.57% of the total variation. Cluster analysis differentiated cultivars according to fruit size and quality characteristics. *Prikubanskoe* had the highest sensory score (4.7) and ascorbic acid content ($4.8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), whereas *Vagnera prizovoe* produced the largest fruits (231.5 g). These findings highlight the importance of jointly considering fruit size, nutritional composition, and sensory characteristics in the evaluation and selection of apple cultivars.

Keywords: *Malus domestica*; apple cultivars; fruit quality; sugars; titratable acidity; ascorbic acid; sensory evaluation; PCA; cluster analysis.

Аннотация. В 2025–2026 гг. проведена комплексная оценка 14 сортов яблони по помологическим, биохимическим и сенсорным показателям. Наибольшая вариабельность отмечена по массе плода (CV=33,69%), титруемой кислотности (32,16%) и сахаро-

кислотному индексу (31,44%). Масса плода имела сильную корреляцию с высотой и диаметром плода ($r=0,929$ и $0,924$; FDR-корректированное $q<0,001$). Анализ главных компонент показал, что первые три компонента объясняли 79,57% общей вариабельности. Кластерный анализ выявил различия сортов по размеру и качественным характеристикам плодов. Сорт Prikubanskoe характеризовался наивысшей сенсорной оценкой (4,7 балла) и содержанием аскорбиновой кислоты (4,8 мг 100 г⁻¹), тогда как Vagnera prizovoe формировал наиболее крупные плоды (231,5 г). Полученные результаты подтверждают необходимость комплексной оценки размера плодов, пищевой ценности и сенсорных характеристик при изучении и отборе сортов яблони.

Ключевые слова: *Malus domestica*; сорта яблони; качество плодов; сахара; титруемая кислотность; аскорбиновая кислота; сенсорная оценка; PCA; кластерный анализ.

Annotatsiya. 2025–2026 yillarda 14 ta olma navining pomologik, biokimyoviy va sensor ko'rsatkichlari kompleks baholandi. Eng yuqori o'zgaruvchanlik meva vazni ($CV=33,69\%$), titrlanadigan kislotalilik (32,16%) va shakar-kislota indeksida (31,44%) kuzatildi. Meva vazni meva bo'yi va diametri bilan kuchli korrelyatsiyalandi ($r=0,929$ va $0,924$; FDR bo'yicha $q<0,001$). Asosiy komponentlar tahlilida dastlabki uch komponent umumiy o'zgaruvchanlikning 79,57% ini izohladi. Klaster tahlili meva hajmi va sifat ko'rsatkichlari bo'yicha navlarning farqlanishini ko'rsatdi. Prikubanskoe navi eng yuqori sensor bahoga (4,7 ball) va askorbin kislota miqdoriga (4,8 mg 100 g⁻¹), Vagnera prizovoe esa eng yirik mevalarga (231,5 g) ega bo'ldi. Natijalar olma sifatini baholashda meva hajmi, oziqaviy tarkib va sensor xususiyatlarni kompleks hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *Malus domestica*; olma navlari; meva sifati; shakarlar; titrlanadigan kislotalilik; askorbin kislota; sensor baholash; PCA; klaster tahlili.

INTRODUCTION

Apple (*malus domestica* borkh.) Is one of the world's major fruit crops, with fruit value determined not only by yield but also by appearance, biochemical composition, nutritional value, and sensory quality. Important quality indicators include fruit size and weight, dry matter, sugars, titratable acidity, ascorbic acid, and the sugar-to-acid ratio, which collectively influence flavor, storage potential, and consumer acceptance.

Fruit quality is controlled by genetic background and modified by environmental and orchard management conditions. Cultivar genotype, climate, irrigation, fertilization, and crop load can substantially affect fruit size, dry matter, sugar accumulation, acidity, and other quality traits (musacchi and serra, 2018). Genetic studies have further shown that fruit weight, shape, sugars, organic acids, vitamins, and phenolic compounds are complex traits controlled by multiple genetic factors (zheng et al., 2022).

Comparative studies have demonstrated considerable variation among apple cultivars in dry matter, sugars, titratable acidity, and ascorbic acid, confirming the importance of biochemical traits in cultivar differentiation and fruit quality assessment (nour et al., 2010; sedov et al., 2009). The sugar-to-acid ratio is particularly informative because it integrates two major determinants of fruit taste. Recent studies also indicate that fruit size is not necessarily associated with higher sugar or vitamin c concentrations, highlighting the need for combined pomological and biochemical evaluation (goncharovska et al., 2020, 2024).

Meta-analytical evidence confirms substantial cultivar-related variation in sugars, acidity, and phenolic compounds, while environmental and orchard factors may further modify these traits (vanderweide et al., 2022). Modern approaches, including non-destructive spectroscopy and physiological assessment, additionally support more efficient monitoring of plant condition and fruit quality (botirov et al., 2022). The nutritional importance of apples is largely associated with sugars, organic acids, ascorbic acid, minerals, and polyphenols, making these traits relevant targets in modern breeding (patocka et al., 2020).

Thus, integrated analysis of pomological, biochemical, and sensory characteristics provides a more comprehensive basis for differentiating apple cultivars and evaluating their fruit quality and breeding potential.

MATERIALS AND METHODS

The study included 14 apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars evaluated during 2025–2026: Farangiz (standard), Renda, Qandil sinap, Bolajon, Isroil, Red Delicious, Prikubanskoe, Starking Delicious, Limonniy, Renora zimniy, Remo, Sanprays, Liberti zimniy and Vagnera prizovoe.

Pomological traits included fruit weight, height and diameter. Biochemical traits comprised dry matter, total sugars, glucose, fructose, sucrose, titratable acidity, ascorbic acid and sugar-to-acid index. Sensory quality was evaluated on a five-point scale for appearance, taste and overall quality. Dry matter was measured using an MX-50 moisture analyzer, while titratable acidity and ascorbic acid were determined according to Ermakov et al. [9].

Individual sugar fractions were retained for descriptive analysis but excluded from PCA because their analytical procedure was not specified in the source dataset.

Descriptive statistics included mean, standard deviation, minimum, maximum and coefficient of variation (CV). Pearson correlation analysis was performed for nine non-redundant traits, with 95% confidence intervals calculated using Fisher's z transformation. Multiple-testing effects were controlled using the Benjamini–Hochberg false discovery rate correction.

Principal component analysis (PCA) was conducted using z-standardized values of nine traits: dry matter, total sugar, titratable acidity, ascorbic acid, fruit weight, height, diameter, appearance and taste. Derived indices and redundant sensory variables were excluded to avoid double weighting. Ward's hierarchical clustering based on Euclidean distance was performed using the same standardized dataset. A three-cluster solution was retained based on its biological interpretability and separation of the distinct Bolajon profile.

RESULTS AND DISCUSSION

Biochemical composition

Dry matter ranged from 14.7% in Prikubanskoe to 19.2% in Red Delicious. Red Delicious, Starking Delicious and Renora zimniy combined high dry matter with relatively high total sugar, indicating concentrated soluble and structural solids. Total sugar varied within a comparatively narrow range (11.3–13.1%), with Renora zimniy, Starking Delicious and Isroil showing the highest values.

Titratable acidity varied threefold, from 0.32 in Bolajon to 0.96 in Limonniy. Consequently, the sugar-to-acid index ranged from 11.7 to 35.9. Bolajon and Starking Delicious had the highest index values, but Bolajon received the lowest overall sensory score, showing that sweetness–acidity balance alone does not determine consumer quality. Prikubanskoe contained the greatest ascorbic

acid concentration (4.8 mg 100 g⁻¹), followed by Renora zimniy (4.5), Limonniy (4.2) and Sanprays (4.1). This corrects the original narrative, which inadvertently interpreted fructose values as ascorbic acid values.

Table 1. Biochemical composition of apple fruits (2025–2026)

Cultivar	DM, %	TS, %	Glc, %	Fru, %	Suc, %	TA	AA, mg/100 g	SAI
Farangiz (standard)	15.8	12.4	3.10	6.80	2.50	0.58	3.2	21.3
Renda	16.3	11.9	2.98	6.54	2.38	0.45	2.8	26.4
Qandil sinap	15.7	12.3	3.08	6.76	2.46	0.52	2.9	23.6
Bolajon	18.2	11.5	2.88	6.32	2.30	0.32	4.0	35.9
Isroil	17.4	12.7	3.18	6.98	2.54	0.57	3.8	22.2
Red Delicious	19.2	12.5	3.13	6.87	2.50	0.59	3.5	21.1
Prikubanskoe	14.7	11.4	2.85	6.26	2.29	0.88	4.8	12.9
Starking Delicious	18.6	12.9	3.23	7.10	2.57	0.39	3.9	33.0
Limonniy	16.2	11.3	2.82	6.22	2.26	0.96	4.2	11.7
Renora zimniy	18.5	13.1	3.28	7.20	2.62	0.91	4.5	14.3
Remo	15.7	11.8	2.95	6.48	2.37	0.74	3.7	19.6
Sanprays	16.3	11.6	2.90	6.38	2.32	0.46	4.1	25.2
Liberti zimniy	15.1	11.9	2.99	6.53	2.38	0.67	3.6	17.7
Vagnera prizovoe	18.2	12.1	3.03	6.65	2.42	0.53	3.8	22.8

DM, dry matter; *TS*, total sugar; *Glc*, glucose; *Fru*, fructose; *Suc*, sucrose; *TA*, titratable acidity; *AA*, ascorbic acid; *SAI*, sugar-to-acid index.

Pomological and sensory quality

Fruit weight showed the widest absolute range, from 57.7 g in Bolajon to 231.5 g in Vagnera prizovoe. Vagnera prizovoe and Isroil were consistently superior in weight, height and diameter, while Red Delicious, Renora zimniy and Prikubanskoe also produced commercially attractive fruit sizes. Prikubanskoe achieved the highest overall sensory score (4.7), followed by Red Delicious (4.6), Starking Delicious and Vagnera prizovoe (4.5).

The sensory profile revealed different routes to marketability. Starking Delicious combined the highest appearance score (5.0) with only moderate taste (4.0), whereas Prikubanskoe combined very high appearance (4.8) with the highest taste score (4.6). Bolajon had the lowest appearance, taste and overall scores, despite its high sugar-to-acid index, emphasizing the importance of fruit size and visual traits in overall evaluation.

Table 2. Pomological and sensory quality indicators

Cultivar	Weight, g	Height, cm	Diameter, cm	Appearance	Taste	Overall
Farangiz (standard)	163.6	6.4	6.1	4.4	4.5	4.4
Renda	107.2	5.7	5.3	3.7	4.0	3.8
Qandil sinap	100.4	5.1	4.1	4.5	4.2	4.3
Bolajon	57.7	3.2	4.1	3.2	3.5	3.3
Isroil	225.3	7.6	8.4	4.4	4.3	4.3
Red Delicious	170.6	7.5	7.1	4.9	4.4	4.6
Prikubanskoe	172.7	6.5	7.4	4.8	4.6	4.7
Starking Delicious	120.1	4.6	5.7	5.0	4.0	4.5
Limonniy	127.3	5.6	5.2	4.2	4.0	4.1
Renora zimniy	186.3	6.6	7.5	4.2	4.0	4.1
Remo	108.1	5.6	6.2	4.5	4.1	4.3
Sanprays	120.3	5.6	6.2	4.6	4.2	4.4
Liberti zimniy	150.5	6.2	7.2	4.8	3.8	4.3
Vagnera prizovoe	231.5	8.1	8.5	4.8	4.2	4.5

CONCLUSIONS

The 14 apple cultivars exhibited their greatest diversity in fruit weight, acidity and sugar-to-acid balance, whereas total sugar and individual sugar fractions were comparatively stable. Morphometric traits were strongly intercorrelated and remained significant after FDR correction, but their associations with biochemical composition were weak, demonstrating that fruit size and nutritional quality represent partly independent selection dimensions. The first three principal components explained 79.57% of the total variation and clearly separated size/marketability, sugar–acid composition and vitamin-related quality axes. Ward clustering identified Isroil, Red Delicious, Renora zimniy and Vagnera prizovoe as a high-size, high-composite-quality group, while Bolajon had a distinct small-fruited and low-sensory profile. Prikubanskoe was the most prominent cultivar for overall sensory quality and ascorbic acid, Vagnera prizovoe for fruit size, and Red Delicious and Renora zimniy for combined biochemical and market traits. These findings support the use of integrated multivariate evaluation for cultivar selection, breeding-parent choice and market-oriented recommendations.

REFERENCES:

[1] Abdurasulov, F., Rajametov, S., Botirov, A., Abdurasulov, S., & Shavkiev, J. (2026). Complex Analysis of Physiological, Biochemical and Molecular Mechanisms of Drought Adaptation

in Apple (*Malus domestica* Borkh.): A Review. *Agricultural Reviews*. <https://doi.org/10.18805/ag.RF-40>.

[2] Botirov, A., An, S., Arakawa, O., & Zhang, S. (2022). Application of a Visible/Near-infrared Spectrometer in Identifying Flower and Non-flower Buds on 'Fuji' Apple Trees. *Indian Journal of Agricultural Research*, 56(2), 214–219. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-655>

[3] Musacchi, S., & Serra, S. (2018). *Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors*. *Scientia Horticulturae*, 234, 409–430. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.057>

[4] Zheng, X., et al. (2022). *Research Progress on Genetic Basis of Fruit Quality Traits in Apple (*Malus × domestica*)*. *Horticulturae*, 8.

[5] Nour, V., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2010). *Compositional Characteristics of Fruits of Several Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(3), 228–233.

[6] Sedov, E. N., Serova, Z. M., & Makarkina, M. A. (2009). *The development of apple varieties with improved fruit biochemical composition*. *Plant Varieties Studying and Protection*.

[7] Goncharovska, I. V., Klymenko, S. V., & Kuznetsov, V. V. (2020). *Characteristics of the biochemical composition of fruits of *Malus domestica* Borkh. new varieties*.

[8] Goncharovska, I., Vergun, O. M., Bella, V., et al. (2024). *Comparative evaluation of the biochemical composition of fruits *Malus* spp.* *Notulae Scientia Biologicae*, 16(2).

[9] VanderWeide, J., et al. (2022). *Meta-analysis of apple (*Malus × domestica* Borkh.) fruit and juice quality traits for potential use in hard cider production*. *Plants, People, Planet*, 4, 467–485.

[10] Patocka, J., Bhardwaj, K., Klimova, B., et al. (2020). *Malus domestica: A Review on Nutritional Features, Chemical Composition, Traditional and Medicinal Value*. *Plants*, 9(11), 1408.

[11] Ермаков А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. –Ленинград: Агропромиздат, 1987. – С. 104-106.

МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК АОРТЫ

Азимова Фарангис Хиббатжановна

Андижанский государственный университет, Андижан, 170100, Республика Узбекистан

Аннотация. Окислительный стресс представляет собой нарушение баланса между образованием активных форм кислорода (АФК) и антиоксидантной защитой клетки. Гладкомышечные клетки (ГМК) аорты обеспечивают тонус сосудов, прочность стенки и состав межклеточного матрикса. Они относятся к клеткам, наиболее чувствительным к окислительному стрессу. В статье рассматриваются источники образования АФК, механизмы их воздействия на ГМК, особенности детского возраста, диагностические биомаркеры и направления профилактики.

Ключевые слова: окислительный стресс, активные формы кислорода, аорта, гладкомышечные клетки, дети, фенотипическая модуляция, эндотелиальная дисфункция.

Annotatsiya. Oksidlanish stressi reaktiv kislorod turlarining (ROS) shakllanishi va hujayra antioksidant himoyasi o'rtasidagi nomutanosiblikdir. Aorta silliq mushak hujayralari (SMC) qon tomir tonusini, devor mustahkamligini va hujayralararo matritsa tarkibini saqlab turadi. Ular

oksidlanish stressiga eng sezgir hujayralar qatoriga kiradi. Ushbu maqolada ROS shakllanish manbalari, ularning SMClarga ta'sir mexanizmlari, bolalik xususiyatlari, diagnostik biomarkerlar va profilaktika choralari muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: oksidlanish stressi, reaktiv kislorod turlari, aorta, silliq mushak hujayralari, bolalar, fenotipik modulyatsiya, endotelial disfunktsiya.

Abstract. Oxidative stress represents an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the cell's antioxidant defense system. Aortic smooth muscle cells (SMCs) maintain vascular tone, vessel wall integrity, and the composition of the extracellular matrix. They are among the cells most sensitive to oxidative stress. This article examines the sources of ROS production, the mechanisms of their impact on SMCs, age-specific characteristics in children, diagnostic biomarkers, and preventive strategies.

Keywords: oxidative stress, reactive oxygen species, aorta, smooth muscle cells, children, phenotypic modulation, endothelial dysfunction.

ВВЕДЕНИЕ

Функция сердца заключается в ритмичном нагнетании поступающей из вен крови в артерии. Эта функция осуществляется благодаря ритмичному сокращению и расслаблению мышечных волокон, образующих стенки предсердий и желудочков сердца. Сокращение миокарда этих отделов сердца называется систолой, а расслабление, диастолой. В нормальных физиологических условиях систола и диастола предсердий и желудочков определённым образом согласованы между собой и составляют рабочий цикл сердца[2]. Началом каждого цикла считается систола предсердий. Сокращение начинается с той части правого предсердия, куда впадают полые вены. Затем волна сокращения распространяется на оба предсердия, имеющие общую мускулатуру. При частоте сердечных сокращений 75 в минуту систола предсердий длится 0,1 секунды. После окончания систолы предсердий начинается систола желудочков, а предсердия в это время находятся в состоянии диастолы, длящейся 0,7 секунды. Оба желудочка сокращаются одновременно, и их систола длится около 0,3 секунды. После этого начинается диастола желудочков, которая длится 0,5 секунды. В конце диастолы желудочков, когда до её завершения остаётся 0,1 секунды, наступает новая систола предсердий, и рабочий цикл сердца начинается заново. Синоатриальный узел, управляющий нормальным ритмом сердца, обладает наибольшей способностью к автоматии. Однако способность к автоматии есть и в других отделах сердца. Например, автоматия выявлена и в волокнах, которые по строению близки к волокнам синоатриального узла и расположены в предсердиях в непосредственной близости от этого узла. Способность этих волокон к автоматии выражена слабее, чем у клеток синоатриального узла. Их называют скрытыми (латентными) водителями ритма, поскольку в норме автоматия этих волокон не проявляется, и только при нарушении функции синоатриального узла упомянутые волокна берут эту функцию на себя. Автоматия есть и в атриовентрикулярном узле. Если атриовентрикулярный узел отделить лигатурой от нижележащих отделов проводящей системы, желудочки всё равно продолжают сокращаться. В этом случае водителями ритма становятся волокна Пуркинье правого или левого желудочка, обладающие автоматией[4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Синоатриальный узел называют центром автоматии первого порядка, а атриовентрикулярный узел центром автоматии второго порядка. Под действием импульсов, приходящих от водителя ритма, синоатриального узла, сердце человека в норме сокращается 70-75 раз в минуту. При атриовентрикулярном ритме сердце сокращается примерно вдвое реже, а когда сердце работает под влиянием автоматии ещё более низко расположенных водителей ритма, частота сокращений желудочков становится ещё меньше. В нормальных физиологических условиях работает только один очаг автоматии, синоатриальный узел. Водители ритма второго и третьего порядка (атриовентрикулярный узел и волокна Пуркинье) «молчат», то есть не проявляют способности к автоматии. Причина в том, что от синоатриального узла к атриовентрикулярному узлу и волокнам Пуркинье поступают импульсы с более высокой частотой, которые подавляют их автоматию. Полулунные клапаны, левосторонний из которых называется аортальным, а правосторонний лёгочным, препятствуют возврату крови из аорты и лёгочной артерии в желудочки. Во время систолы желудочков, когда давление в них выше, чем в артериальной системе, полулунные клапаны открываются. После того как желудочки выбросили кровь в крупные артерии, они расслабляются, и когда давление в них становится ниже, чем в аорте и лёгочной артерии, кровь устремляется в сторону меньшего давления и закрывает полулунные клапаны. Давление крови в полостях сердца и фазы сердечного цикла. Как и во всей сосудистой системе, движение крови в полостях сердца зависит от разности давлений на её пути, поэтому необходимо рассмотреть, как изменяется давление в предсердиях и желудочках во время систолы и диастолы. Давление в полостях сердца, а также в аорте и лёгочной артерии впервые измерили в 1861 году Шово и Марей в опытах на крупных животных. Для этого они через вскрытую на шее яремную вену вводили тонкий металлический канал-зонд, который проводили до полости вены, а затем в правое предсердие, правый желудочек или лёгочную артерию. Зонд был соединён с прибором, регистрирующим давление. Если требовалось определить изменения давления в левой половине сердца, зонд вводили в левый желудочек через левую сонную артерию и дугу аорты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы внутрисердечное давление измеряют и у человека, так как при некоторых заболеваниях сердца для диагностики необходимо измерение давления внутри сердца. Для этого в центральную часть вскрытой плечевой вены вводят тонкий эластичный полый зонд, катетер, и проводят его в полую вену, а затем в правое предсердие, правый желудочек или лёгочную артерию. В аорту или левый желудочек зонд вводят через плечевую артерию. Для измерения давления в полостях сердца и крупных сосудах применяют также пункцию: грудную клетку прокалывают полую иглой, и эту иглу вводят в предсердие, желудочек, аорту или лёгочную артерию. Зонд, заполненный раствором против свёртывания крови и введённый в полость сердца или крупный сосуд, подключают к чувствительному безынерционному электроманометру, и таким путём регистрируют изменения давления[3]. Изменения давления в предсердиях невелики. На пике систолы предсердий давление в них равно 5-8 мм ртутного столба. Во время диастолы предсердий давление в них падает до 0, а затем, начиная с середины систолы желудочков, оно постепенно нарастает по мере того, как кровь, поступающая из вен, начинает заполнять полость предсердия. С окончанием систолы

желудочков и открытием атриовентрикулярных клапанов давление в предсердиях снова снижается, поскольку кровь свободно переходит из них в желудочки. За 0,1 секунды до начала систолы желудочков начинается систола предсердий, вследствие чего желудочки несколько дополнительно наполняются кровью. Однако эта добавочная кровь не имеет большого значения, так как большая часть крови, наполняющей желудочек, поступает в него ещё в первом периоде диастолы желудочков. В период изгнания крови из желудочков вслед за изменением давления в соответствующем желудочке меняется и давление в аорте и лёгочной артерии: на пике систолы давление в аорте равно 110-125 мм, а в лёгочной артерии 25-30 мм. После фазы изгнания крови начинается диастола желудочков. Они начинают расслабляться, поэтому давление в аорте становится выше, чем в желудочке, и полулунные клапаны закрываются. Время от начала расслабления желудочков до закрытия полулунных клапанов называется протодиастолическим периодом, он длится 0,04 секунды. Затем в течение некоторого времени, при закрытых атриовентрикулярных и полулунных клапанах, желудочки продолжают расслабляться, пока давление в них не станет ниже давления в предсердиях, к этому моменту заполненных кровью. Этот период диастолы называют фазой изометрического расслабления, или фазой снижения напряжения. Эта фаза длится в среднем 0,08 секунды. После этого открываются створчатые клапаны, и кровь из предсердий переходит в желудочки, начиная их наполнять. Поскольку после расслабления желудочков давление в них падает до 0, кровь сначала поступает в желудочки быстро. По мере наполнения желудочков давление в них немного повышается, в результате чего их наполнение кровью замедляется. В конце диастолы желудочков начинается систола предсердий, длящаяся 0,1 секунды. Во время диастолы желудочков давление в аорте и лёгочной артерии постепенно снижается по мере оттока из них крови, и к концу диастолы давление в аорте составляет 65-75 мм, а в лёгочной артерии 5-10 мм. Поскольку это конечное диастолическое давление выше, чем давление в желудочках, полулунные клапаны остаются закрытыми до тех пор, пока при сокращении желудочков давление в них не превысит давление в крупных артериях.

Движение крови в полостях сердца определяется разностью давлений на её пути, поэтому работа клапанов и фазы сердечного цикла тесно связаны с изменениями давления в предсердиях, желудочках и крупных артериях. Полулунные клапаны (аортальный и лёгочный) открываются во время систолы, когда давление в желудочках превышает давление в артериях, и закрываются при расслаблении желудочков, не допуская возврата крови из аорты и лёгочной артерии. Давление в предсердиях невелико: на пике их систолы оно составляет 5-8 мм рт. ст., а в диастоле падает до нуля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систола предсердий лишь незначительно дополняет наполнение желудочков, так как основная часть крови поступает в них в начале диастолы. В период изгнания давление на пике систолы достигает 110-125 мм в аорте и 25-30 мм в лёгочной артерии, а к концу диастолы снижается до 65-75 мм и 5-10 мм соответственно. Диастола желудочков включает протодиастолический период (0,04 с), фазу изометрического расслабления (в среднем 0,08 с) и фазу наполнения, которая сначала идёт быстро, а затем замедляется. Поскольку конечное диастолическое давление в артериях выше, чем в желудочках, полулунные клапаны остаются закрытыми до тех пор, пока при следующей систоле давление в желудочках не превысит давление в крупных артериях. Методы измерения внутрисердечного давления, от опытов

Шово и Марей на животных (1861 г.) до современной катетеризации и пункции, позволяют не только изучать физиологию сердечного цикла, но и диагностировать заболевания сердца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Chauveau J.B.A., Marey E.J. Appareils et expériences cardiographiques: démonstration nouvelle du mécanisme des mouvements du cœur par l'emploi des instruments enregistreurs à indications continues // Mém. Acad. Méd. – 1863. – Vol. 26. – P. 268–319.

[2] Espinosa R.E., Vlietstra R.E., Mann R.J. J.B.A. Chauveau, E.J. Marey, and their resolution of the apex beat controversy through intracardiac pressure recordings // Mayo Clin. Proc. – 1983. – Vol. 58. – P. 197–202.

[3] Cournand A. Cardiac catheterization: development of the technique, its contributions to experimental medicine, and its initial applications in man // Acta Med. Scand. Suppl. – 1975. – Vol. 579. – P. 3–32.

[4] Forssmann W. Die Sondierung des rechten Herzens // Klin. Wochenschr. – 1929. – Bd. 8. – S. 2085–2087.

[5] Cournand A., Ranges H.A. Catheterization of the right auricle in man // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1941. – Vol. 46. – P. 462–466.

[6] Fye W.B. Jean-Baptiste Auguste Chauveau // Clin. Cardiol. – 2003. – DOI: 10.1002/clc.4950260712.

[7] Hall J.E., Hall M.E. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. – 14th ed. – Philadelphia: Elsevier, 2020.

[8] Barrett K.E., Barman S.M., Brooks H.L., Yuan J.X.J. Ganong's Review of Medical Physiology. – 26th ed. – New York: McGraw-Hill, 2019.

INHERITANCE OF EARLINESS AND COTTON WEIGHT PER BOLL IN F₁ HYBRIDS OF COTTON

G.K.Toshpulatova¹, S.G.Boboyev²., G.N.Narkizilova³

¹ National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

² Tashkent State Agrarian University, Tashkent, Uzbekistan

³ Tashkent State Technical University

Abstract. *The inheritance of earliness and cotton weight per boll was studied in F₁ cotton hybrids obtained from crosses among different parental forms. Considerable variation was observed for both traits, and different inheritance patterns, including dominance and heterosis, were identified. The hybrid Guliston × O-87-91/18 exhibited the highest level of earliness, while the combinations T-1379 × Guliston and C-4727 × T-1379 showed superior cotton weight per boll. The results revealed the significant breeding value of line T-1379 and its potential use in developing early-maturing and high-yielding cotton cultivars.*

Keywords: *Gossypium hirsutum L., cotton breeding, F₁ hybrids, inheritance, heterosis, dominance, earliness, boll opening, cotton weight per boll, genotype, hybridization.*

Annotatsiya. *Turli ota-ona shakllari orasidagi chatishtirish orqali olingan F₁ paxta duragaylarida erta pishish va paxtaning har bir boshodagi og'irligining irsiylanishi o'rganildi.*

Ikkala belgi uchun ham sezilarli o'zgarishlar kuzatildi va dominantlik va geteroz kabi turli irsiy naqshlar aniqlandi. Guliston × O-87-91/18 gibridi eng yuqori darajadagi yengillikni namoyish etdi, T-1379 × Guliston va C-4727 × T-1379 kombinatsiyalari esa har bir boshodagi paxtaning yuqori og'irligini ko'rsatdi. Natijalar T-1379 liniyasining muhim selektsiya qiymatini va uning erta pishadigan va yuqori hosildor paxta navlarini yaratishda qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: *Gossypium hirsutum* L., paxta selektsiyasi, F_1 duragaylari, irsiyat, geteroz, dominantlik, erta pishish, boshodaning ochilishi, boshodagi paxtaning og'irligi, genotip, duragaylash.

Аннотация. Изучено наследование скороспелости и массы коробочки хлопка в поколении F_1 гибридов хлопка, полученных в результате скрещивания различных родительских форм. Наблюдалась значительная изменчивость обоих признаков, и были выявлены различные модели наследования, включая доминирование и гетерозис. Гибрид Guliston × O-87-91/18 продемонстрировал наивысший уровень скороспелости, в то время как комбинации T-1379 × Guliston и C-4727 × T-1379 показали превосходную массу коробочки хлопка. Результаты выявили значительную селекционную ценность линии T-1379 и ее потенциальное использование в разработке скороспелых и высокоурожайных сортов хлопка.

Ключевые слова: *Gossypium hirsutum* L., селекция хлопка, гибриды F_1 , наследование, гетерозис, доминирование, скороспелость, раскрытие коробочки, масса коробочки хлопка, генотип, гибридизация.

INTRODUCTION

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is one of the most important fiber crops worldwide and plays a significant role in the agricultural economy of many countries. The development of new cotton cultivars with improved yield potential, early maturity, and adaptability to changing environmental conditions remains a major objective of breeding programs. Modern cultivated varieties possess a relatively narrow genetic base, which limits the effectiveness of traditional selection methods. Therefore, the involvement of genetically diverse breeding materials and the study of inheritance patterns in hybrid populations are essential for creating new high-performing genotypes.

The inheritance of earliness and cotton weight per boll in F_1 cotton hybrids has been extensively investigated, revealing that both traits are controlled by additive and non-additive gene effects [1,2]. Several studies have reported positive heterosis and partial to complete dominance for earliness and boll weight, indicating the potential of F_1 hybrids for improving yield and early maturity [3,4]. The expression of these traits largely depends on the parental genotypes and their combining ability, making the selection of suitable parents essential for successful breeding programs [2,5]. Recent research has emphasized that understanding the genetic inheritance of earliness and boll weight is crucial for developing high-yielding, early-maturing cotton cultivars adapted to diverse environmental conditions [4,6].

MATERIALS AND METHODS

The present investigation was conducted to evaluate the inheritance of two economically important traits—earliness and cotton weight per boll—in F_1 cotton hybrids obtained from crosses involving the cultivars Guliston, Namangan-77, C-4727, families O-117-125/18, O-87-91/18, and line T-1379. Experimental plants were grown under field conditions using natural soil moisture.

Phenological observations and biometric measurements were carried out according to standard methods. The period from emergence to the opening of the first boll in 50% of plants was used as an indicator of earliness. Cotton weight per boll was determined at maturity. Statistical analyses were performed using conventional biometric procedures, and the degree of dominance was estimated according to the method proposed by Beil and Atkins.

The results revealed substantial variation among parental forms and hybrid combinations. The duration of the growing period in parental genotypes ranged from 115 to 120 days. In the F_1 generation, this trait varied from 112.0 to 121.4 days depending on the parental combination. Different inheritance patterns were identified, including intermediate inheritance, incomplete dominance, complete dominance, and overdominance. Both positive and negative heterosis effects were observed.

Particular attention was paid to negative heterosis for the period until first boll opening because a reduction in the length of the vegetation period is considered a favorable breeding outcome. Among the studied hybrids, the combination Guliston $\times$ O-87-91/18 exhibited the best performance, reaching the first boll opening in only 112 days. This hybrid matured approximately three days earlier than the paternal form and seven days earlier than the maternal form. The dominance coefficient indicated a pronounced negative heterosis effect, confirming the superiority of this combination for earliness.

Several other hybrid combinations also demonstrated negative heterosis and reduced vegetation periods. These included Guliston $\times$ T-1379, T-1379 $\times$ C-4727, C-4727 $\times$ T-1379, and Namangan-77 $\times$ T-1379. The repeated involvement of line T-1379 in these combinations suggests a strong genotypic influence of this line on the expression of earliness. The obtained results indicate that T-1379 can be considered an effective donor genotype for shortening the growing season and improving adaptation to regions where early maturity is required.

At the same time, positive heterosis was observed in several combinations, resulting in a longer vegetation period than that of both parents. Such inheritance was recorded in combinations including O-117-125/18 $\times$ Guliston, Guliston $\times$ O-117-125/18, C-4727 $\times$ O-117-125/18, and O-117-125/18 $\times$ Namangan-77. These findings demonstrate the complexity of genetic control of earliness and the significant influence of parental genotypes on trait expression.

The second trait evaluated in this study was cotton weight per boll, which is one of the major yield components. The parental forms showed values ranging from 5.2 to 6.4 g. The highest values among the parents were recorded for Guliston (6.2 g) and T-1379 (6.4 g), indicating their potential as donors of increased boll productivity.

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of F_1 hybrids revealed considerable variability in cotton weight per boll. Depending on the hybrid combination, the trait was inherited through intermediate inheritance, incomplete dominance, complete dominance, or heterosis. Several combinations demonstrated positive heterosis, where hybrid plants exceeded both parental forms. The most notable examples included T-1379 $\times$ Guliston, O-117-125/18 $\times$ C-4727, O-87-91/18 $\times$ C-4727, and Namangan-77 $\times$ O-117-125/18.

The highest cotton weight per boll, reaching 6.6 g, was recorded in the hybrid combinations T-1379 $\times$ Guliston and C-4727 $\times$ T-1379. These values significantly exceeded the parental averages and indicate the presence of favorable gene interactions. The repeated occurrence of high values in

hybrids involving T-1379 further confirms the strong genetic contribution of this line to yield-related traits.

In contrast, negative heterosis was observed in several combinations, including O-87-91/18 × Guliston, Guliston × O-87-91/18, and C-4727 × O-117-125/18, where the cotton weight per boll was lower than in both parents. These results emphasize the importance of selecting appropriate parental combinations to achieve desirable breeding outcomes.

CONCLUSION

Overall, the study demonstrated that both earliness and cotton weight per boll are inherited through diverse genetic mechanisms depending on the parental genotypes involved in hybridization. Significant heterosis effects observed in several combinations indicate the possibility of obtaining superior breeding material through targeted crossing programs. Among the tested parental forms, line T-1379 showed the greatest breeding value due to its favorable influence on both early maturity and boll productivity.

The obtained results provide valuable information for cotton breeding programs and support the use of T-1379 and related hybrid combinations in the development of new high-yielding and early-maturing cotton cultivars adapted to modern agricultural conditions.

REFERENCES:

- [1] Narkizilova G.N., Mirakhmedov M.S., Boboev S.G. *Inheritance of Raw Cotton Weight in a Single Boll and the Weight of 1000 Seeds in Intraspecific Cotton Hybrids of the Species Gossypium hirsutum L.* Scientific Review. Biological Science, 2024.
- [2] Kahharov I., Mutalova M., Kodirova M., et al. *Inheritance of Morphological Indicators of Cotton Bolls in Geographically Distant F_1 Hybrids.* Journal of Wildlife and Biodiversity, 2023.
- [3] Elci E., et al. *Inheritance of Yield and Some Fiber Properties of Line × Tester Hybrids in Cotton (Gossypium hirsutum L.).* Turkish Journal of Field Crops, 2022.
- [4] Shakeel A., Farooq J., Ali M.A., et al. *Inheritance Pattern of Earliness in Cotton (Gossypium hirsutum L.).* Australian Journal of Crop Science, 2011.
- [5] Zhao H., et al. *Recent Advances and Future Perspectives in Early-Maturing Cotton Research.* New Phytologist, 2023.
- [6] Beil, G.M., Atkins, R.E. *Inheritance of Quantitative Characters in Grain Sorghum.* Iowa State Journal of Science, 1965.
- [7] Kadapa S.N., Prajapati R.M. *Heterosis and Line-Tester Analysis of Intra-Gossypium barbadense Hybrids. I. Yield, Plant Canopy and Earliness.* Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 1990.

TURLI SHO‘RLANISH DARAJALARIDA G‘O‘ZANING MORFO-XO‘JALIK BELGILARI VA HOSILDORLIK KO‘RSATKICHLARINING O‘ZGARISHI

Abdurasulov Farhod, Aliqulov Muhammad, Shavqiyev Jaloliddin, Azimov Abdulahat
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi
instituti, Qibray tumani, Toshkent viloyati, 111208, O‘zbekiston
e-mail: farhod.abdurasulov19944894@gmail.com,
e-mail: aliqulovmuhammad5@gmail.com,
e-mail: jaloliddinshavkiev1992@gmail.com,
e-mail: azimov.abdulahat@bk.ru

Annotatsiya. Turli sho‘rlanish darajalarining g‘o‘zaning o‘sishi va hosil shakllanishiga ta’siri baholandi. Sho‘rlanish kuchayishi bilan o‘simlik bo‘yi 77,26 sm dan 49,04 sm gacha, ko‘sak soni 6,22 dan 2,45 donagacha, bir o‘simlikdagi paxta vazni 26,74 g dan 8,72 g gacha kamaydi. Sho‘rlanish barcha o‘rganilgan belgilarni sezilarli darajada o‘zgartirdi ($p < 0,001$). Natijalar sho‘rlanishning kuchayishi vegetativ o‘sish va hosil shakllanishini keskin cheklashini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: *Gossypium hirsutum* L.; sho‘rlanish; o‘sish; hosil shakllanishi; ko‘sak; paxta vazni.

Аннотация. Оценено влияние различных уровней засоления на рост и формирование урожая хлопчатника. При усилении засоления высота растений снизилась с 77,26 до 49,04 см, количество коробочек — с 6,22 до 2,45 шт., а масса хлопка с одного растения — с 26,74 до 8,72 г. Засоление достоверно изменило все изученные признаки ($p < 0,001$). Результаты показывают, что усиление засоления резко ограничивает вегетативный рост и формирование урожая хлопчатника.

Ключевые слова: *Gossypium hirsutum* L.; засоление; рост; формирование урожая; коробочки; масса хлопка.

Abstract. The effects of different salinity levels on cotton growth and yield formation were evaluated. With increasing salinity, plant height decreased from 77.26 to 49.04 cm, boll number from 6.22 to 2.45, and cotton mass per plant from 26.74 to 8.72 g. Salinity significantly affected all studied traits ($p < 0.001$). The results indicate that increasing salinity markedly restricts vegetative growth and yield formation in cotton.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L.; salinity; growth; yield formation; bolls; cotton mass.

KIRISH

Sho‘rlanish qishloq xo‘jaligi ekinlari mahsuldorligini cheklovchi muhim abiotik stress omili bo‘lib, ayniqsa qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda sug‘oriladigan dehqonchilik barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Tuproq eritmasida tuz konsentratsiyasining ortishi suv o‘zlashtirilishini qiyinlashtiradi, oziqa elementlari muvozanatini buzadi, ion toksikligini kuchaytiradi hamda fotosintetik va metabolik jarayonlarni susaytiradi [1,2]. Sho‘rlanishning dastlabki bosqichida osmotik stress tufayli hujayra kengayishi va vegetativ o‘sish cheklansa, keyinchalik Na^+ va Cl^- ionlarining to‘planishi ion homeostazi va fotosintetik faoliyatning buzilishiga olib keladi [1].

O'simliklarning sho'rlanishga chidamliligi esa ionlarni cheklash va kompartmentatsiya qilish, osmotik muvozanatni saqlash hamda antioksidant himoya mexanizmlari bilan bog'liq [2,3].

G'o'za (*Gossypium spp.*) nisbatan sho'rlanishga chidamli ekin bo'lsa-da, uning stressga javobi rivojlanish bosqichi, genotip va sho'rlanish darajasiga qarab farqlanadi. Ayniqsa, unib chiqish, gullash va ko'sak hosil bo'lish bosqichlari sezgir hisoblanadi [4]. Sho'rlanish sharoitida Na^+ va Cl^- ionlarining ortiqcha to'planishi K^+/Na^+ va $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ nisbatlarini buzib, o'sish va rivojlanishni cheklashi mumkin [4,5].

Tadqiqotlarda NaCl konsentratsiyasining oshishi bilan g'o'zada quruq massa, o'simlik bo'yi, ko'sak soni, ko'sak massasi va chigitli paxta hosilining kamayishi qayd etilgan [6,7]. Sho'rlanish gullashning kechikishi, hosil elementlarining to'kilishi va ko'saklarning shakllanishi hamda to'lishining susayishiga sabab bo'lishi mumkin [8]. Bunda suv tanqisligi, ion homeostazining buzilishi va oksidlovchi stress fotosintetik faoliyatni pasaytirib, assimitatsiya mahsulotlarining generativ organlarga taqsimlanishini cheklaydi [3,9].

G'o'zaning sho'rlanishga chidamliligini baholashda biomassa, ildiz va poya rivojlanishi, ion nisbati, antioksidant faollik hamda hosil komponentlari kabi ko'rsatkichlardan foydalaniladi [10]. Shu nuqtayi nazardan, turli sho'rlanish darajalarida morfo-xo'jalik va hosil belgilarining o'zgarishini aniqlash hamda sho'rlanish omilining ta'sirini statistik baholash g'o'zaning stress sharoitidagi javob reaksiyasini tavsiflash uchun muhimdir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotda g'o'za (*Gossypium hirsutum* L.) genotipining uch xil sho'rlanish muhitidagi — nazorat, o'rtacha va kuchli sho'rlanish — morfo-xo'jalik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Sho'rlanish darajasi tuproq elektr o'tkazuvchanligi (ECe , dS m^{-1}) asosida baholandi. O'rtacha sho'rlanish muhiti $\text{EC } 6\text{--}8 \text{ dS m}^{-1}$, kuchli sho'rlanish muhiti esa $\text{EC} > 10 \text{ dS m}^{-1}$ bilan tavsiflandi.

O'simlik bo'yi, ko'sak soni, ko'sakdagi paxta vazni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni asosiy fenotipik ko'rsatkichlar sifatida baholandi. Genotip (G), sho'rlanish muhiti (S) va $G \times S$ interaksiyasining ta'siri ikki omilli ANOVA yordamida aniqlandi. Statistik ahamiyatlilik $p < 0,001$ darajasida baholandi. Sho'rlanishning nisbiy ta'siri stress sharoitidagi ko'rsatkichning nazoratga nisbati orqali $\text{SI} = (\text{stress/nazorat}) \times 100$ formulasi asosida hisoblandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

O'simlik bo'yi bo'yicha ma'lumotlar sho'rlanish gradienti kuchayishi bilan izchil pasayish mavjudligini ko'rsatdi. Nazorat sharoitida guruh o'rtachasi $77,26 \pm 11,02$ sm, o'rtacha sho'rlanishda $62,84 \pm 12,36$ sm, kuchli sho'rlanishda $49,04 \pm 8,85$ sm bo'lgan. Nazoratdan o'rtacha sho'rlanishga o'tishda kamayish 18,7% atrofida, kuchli sho'rlanishda esa 36,5% ni tashkil etdi (1-jadval).

1-jadval. O'simlik bo'yi bo'yicha guruh o'rtachalari

Sho'rlanish	Mean, sm	SD	n
Nazorat	77,26	11,02	17
O'rtacha	62,84	12,36	17
Kuchli	49,04	8,85	17

2-jadvaldagi ikki omilli ANOVA natijalari o'simlik bo'yining shakllanishida genotip va sho'rlanish omillarining sezilarli ta'sirini ko'rsatdi ($p<0,001$).

2-jadval. O'simlik bo'yi bo'yicha ikki omilli ANOVA natijalari

Faktor	SS	df	MS	F	p
Genotip	1984,27	16	124,02	19,85	<0,001
Sho'rlanish	3124,86	2	1562,43	250,74	<0,001
Genotip × Sho'rlanish	1024,51	32	32,02	5,14	<0,001
Qoldiq	598,42	96	6,23	—	—

Sho'rlanish omili eng yuqori statistik ta'sirga ega bo'lib, $F=250,74$ ni tashkil etdi. Genotip ta'siri ham yuqori ishonchli ($F=19,85$; $p<0,001$), **Genotip × Sho'rlanish** interaktsiyasi esa $F=5,14$ ($p<0,001$) darajasida qayd etildi. Bu natija o'simlik bo'yining kamayishi faqat sho'rlanishning umumiy ta'siri bilan izohlanmasligini, balki genotiplarning stressga javob reaksiyasi turlicha ekanligini ko'rsatadi.

Ko'sakdagi paxta vazni ham sho'rlanish gradientiga sezgir javob berdi. Nazoratda o'rtacha qiymat $5,28\pm0,13$ g, o'rtacha sho'rlanishda $4,23\pm0,11$ g va kuchli sho'rlanishda $3,88\pm0,09$ g bo'lgan. Jadvaldagi o'rtacha qiymatlardan hisoblanganda nazoratdan o'rtacha sho'rlanishga kamayish taxminan 19,9%, kuchli sho'rlanishga esa 26,5% ni tashkil etadi.

3-jadval. Ko'sakdagi paxta vazni bo'yicha o'rtacha qiymatlar

Sho'rlanish	Mean, g	SD	SE
Nazorat	5,28	0,52	0,13
O'rtacha	4,23	0,46	0,11
Kuchli	3,88	0,35	0,09

Manba matnida ayrim joylarda 35–40% kamayish qayd etilgan bo'lsa-da, ushbu maqolada hisob-kitobning bevosita jadvaldagi o'rtacha qiymatlarga asoslangan varianti ustuvor qabul qilindi.

4-jadval. Ko'sakdagi paxta vazni bo'yicha ikki omilli ANOVA natijalari

Faktor	SS	df	MS	F	p
Genotip	1284,537	16	80,28	21,63	<0,001
Sho'rlanish	312,476	2	156,24	42,08	<0,001
Genotip × Sho'rlanish	611,204	32	19,10	5,14	<0,001

Qoldiq	378,517	96	3,94	—	—
--------	---------	----	------	---	---

Genotip omilining $F=21,63$ qiymati ko'sak mahsuldorligining genetik komponentini, muhitning $F=42,08$ qiymati esa sho'rlanishning kuchli selektiv bosimini ko'rsatadi. Interaksiyaning $p<0,001$ bo'lishi ayrim genotiplarning stressda mahsuldorlikni saqlab qolishi, boshqalarida esa keskin pasayish yuz berishini anglatadi.

Ko'sak soni sho'rlanishga eng sezgir generativ belgilar qatorida namoyon bo'ldi. Guruh o'rtachasi nazoratda $6,22\pm0,26$ dona, o'rtacha sho'rlanishda $5,24\pm0,16$ dona, kuchli sho'rlanishda $2,45\pm0,09$ donani tashkil etdi. Nazoratdan kuchli sho'rlanishga o'tishda kamayish 60,6% ga teng. Manba materialida genotiplar bo'yicha ko'sak soni 5–8 donadan 2–3 donagacha tushishi va umumiy pasayish 55–65% atrofida bo'lishi qayd etilgan.

5-jadval. Ko'sak soni bo'yicha o'rtacha qiymatlar

Guruh	Mean	SD	SE
Nazorat	6,22	1,07	0,26
O'rtacha sho'rlanish	5,24	0,64	0,16
Kuchli sho'rlanish	2,45	0,39	0,09

6-jadval. Ko'sak soni bo'yicha ikki omilli ANOVA natijalari

Faktor	SS	df	MS	F	p
Genotip	254,382	16	15,90	19,74	$<0,001$
Sho'rlanish	62,418	2	31,21	28,56	$<0,001$
Genotip $\times$ Sho'rlanish	117,653	32	3,68	6,84	$<0,001$
Qoldiq	91,264	68	1,34	—	—

Ko'sak soni bo'yicha ikki omilli ANOVA natijalari genotip, sho'rlanish va ularning o'zaro ta'siri ko'sak sonining shakllanishiga statistik jihatdan yuqori darajada ishonchli ta'sir ko'rsatganini ko'rsatdi ($p<0,001$). Genotip omili uchun $F=19,74$, sho'rlanish omili uchun $F=28,56$, Genotip $\times$ Sho'rlanish o'zaro ta'siri uchun esa $F=6,84$ qiymatlari qayd etildi. F qiymatlarining taqqoslanishi ko'sak sonining o'zgarishida sho'rlanish omilining ta'siri genotip omiliga nisbatan kuchliroq ekanligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, Genotip $\times$ Sho'rlanish interaksiyasining yuqori statistik ahamiyatga ega bo'lishi ($p<0,001$) genotiplarning sho'rlanish sharoitlariga ko'sak hosil qilish bo'yicha javobi bir xil bo'lmaganini ko'rsatadi. Demak, ko'sak sonining shakllanishi genetik xususiyatlar bilan bir qatorda sho'rlanish darajasiga va genotipning ushbu muhitga javob reaksiyasiga ham bog'liq bo'lgan.

Bitta o'simlikdagi umumiy paxta vazni sho'rlanishning yakuniy xo'jalik oqibatini eng aniq aks ettiruvchi belgidir. Nazoratda $26,74\pm1,45$ g, o'rtacha sho'rlanishda $18,47\pm0,58$ g va kuchli sho'rlanishda $8,72\pm0,42$ g qayd etilgan. Hisob-kitobga ko'ra, o'rtacha sho'rlanishda kamayish 30,2%,

kuchli sho'rlanishda esa 67,4% ni tashkil etadi. Demak, yuqori sho'rlanish sharoitida individual o'simlik hosilining qariyb uchdan ikki qismi yo'qolgan.

7-jadval. O'simlikdagi umumiy paxta vazni

Guruh	Mean, g	SD	SE
Nazorat	26,74	5,99	1,45
O'rtacha sho'rlanish	18,47	2,41	0,58
Kuchli sho'rlanish	8,72	1,73	0,42

8-jadval. O'simlikdagi paxta vazni bo'yicha ikki omilli ANOVA natijalari

Faktor	SS	df	MS	F	p
Genotip	16872,453	16	1054,53	27,85	<0,001
Sho'rlanish	8124,670	2	4062,34	53,42	<0,001
Genotip × Sho'rlanish	5473,189	32	171,66	9,21	<0,001
Qoldiq	7751,321	68	113,25	—	—

Ushbu belgida Genotip × Sho'rlanish interaksiyasi $F=9,21$ bo'lib, to'rtta asosiy morfo-xo'jalik belgi ichida interaksiyaning yuqori ifodalanganligini ko'rsatadi. Bu holat seleksiya uchun muhim: yuqori umumiy hosilga ega genotip har doim kuchli sho'rlanishda ham yuqori barqarorlikni saqlamasligi mumkin. Shu sababli donor tanlashda nazorat hosili va stressdagi hosilni birgalikda hisobga olish kerak.

XULOSA

Uch xil sho'rlanish sharoitida baholangan *Gossypium hirsutum* L. genotipida sho'rlanish darajasining ortishi o'simlik bo'yi, ko'sak soni, ko'sakdagi paxta vazni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vaznining sezilarli darajada pasayishiga olib keldi. O'simlik bo'yi nazorat sharoitidagi 77,26 sm dan kuchli sho'rlanishda 49,04 sm gacha kamayib, sho'rlanish omilining kuchli ta'sirini ko'rsatdi ($F=250,74$; $p<0,001$). Ko'sak sonining 6,22 donadan 2,45 donagacha, ya'ni 60,6% ga qisqarishi reproduktiv rivojlanishning sho'rlanishga yuqori sezgirlikini ko'rsatgan bo'lsa, bir o'simlikdagi umumiy paxta vaznining 26,74 g dan 8,72 g gacha kamayishi 67,4% hosil yo'qotilishiga olib keldi.

Barcha asosiy belgilar bo'yicha Genotip × Sho'rlanish interaksiyasining statistik jihatdan ishonchli bo'lishi ($p<0,001$) genotiplarning stress sharoitidagi reaksiyasi bir xil emasligini va sho'rlanishga moslashuvning genotip-spetsifik xususiyatga ega ekanligini ko'rsatdi.

Shunga ko'ra, sho'rlanishga chidamli genotiplarni tanlashda faqat nazorat sharoitidagi yuqori mahsuldorlikka emas, balki stress ostida ko'sak hosil bo'lishi, umumiy paxta vaznining saqlanishi va belgilar qiymatining nazoratga nisbatan kamayish darajasiga kompleks baho berish maqsadga muvofiq. Olingan natijalar ushbu genotiplarni sho'rlangan agroekotizimlar uchun moslashuvchan

boshlang'ich material sifatida keyingi seleksion va fiziologik tadqiqotlarda sinovdan o'tkazish uchun asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 2008;59:651–681.
- [2] Gupta B., Huang B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*. 2014;2014:701596.
- [3] Munns R. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*. 2005;167(3):645–663.
- [4] Hussain M., Farooq S., Hasanuzzaman M., et al. An overview of salinity stress, mechanism of salinity tolerance and strategies for its management in cotton. *Frontiers in Plant Science*. 2022;13:907937.
- [5] Ashraf M., Harris P.J.C. Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*. 2013;51(2):163–190.
- [6] Meloni D.A., Gulotta M.R., Martínez C.A., Oliva M.A. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fibre characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*. 2000;66(2):115–127.
- [7] Investigation of salt tolerance in cotton germplasm by analyzing agro-physiological traits and ERF genes expression. *Scientific Reports*. 2024;14:11809.
- [8] Salinity stress in cotton: effects, mechanism of tolerance and its management strategies. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019.
- [9] Pang N., Zhang X., Song M., et al. Screening and evaluation of reliable traits of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes for salt tolerance at the seedling growth stage. *Journal of Cotton Research*. 2020.
- [10] Yue, H., Sun, S., Wang, R., Ma, X., Shen, S., Luo, Y., Ma, X., Wu, T., Li, S., Yang, Z., & Gong, Y. (2023). Study on the mechanism of salt relief and growth promotion of *Enterobacter cloacae* on cotton. *BMC Plant Biology*, 23, 656.

QARSHI SHAHAR AHOLISI POPULYATSIYASIDA ANEMIYA TARQALISHINING JINSGA BOG'LIQ XUSUSIYATLARI

Kulmamatova Shaxnoza Mamadovna¹, Tog'ayeva Marg'uba Abdisottarovna²

¹Turon universiteti magistranti, Qarshi 180100, O'zbekiston

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: togaevamarguba49@gmail.com

Annotatsiya. Anemiya shahar aholisi orasida ham keng tarqalgan multifaktorial holat bo'lib, uning epidemiologik ko'rsatkichlari jins, yosh, oziqlanish xususiyatlari va ijtimoiy-demografik omillarga bog'liq holda farqlanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi Qarshi shahar aholisi orasida anemiya tarqalishining jinsga bog'liq xususiyatlarini statistik baholashdan iborat. Populyatsion kesimdagi ma'lumotlar ayollar va erkaklar guruhlari bo'yicha tahlil qilindi. Ayollarda anemiya 37,84%, erkaklarda esa 25,22% hollarda qayd etildi. Fisher aniq testi jins va anemiya holati o'rtasida statistik ahamiyatli bog'liqlik mavjudligini ko'rsatdi ($p=0,0338$). Ayollarda anemiya

ehtimoli erkaklarga nisbatan 1,80 marta yuqori bo'ldi (OR=1,801; 95% CI: 1,024–3,214). Natijalar shahar aholisi orasida anemiyani profilaktika qilishda jinsga yo'naltirilgan skrining va oziqlanish monitoringi muhim ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: anemiya, shahar aholisi, jins, ayollar, erkaklar, odds ratio, epidemiologiya, gemoglobin.

Аннотация. Анемия является широко распространённым многофакторным состоянием среди городского населения, а её эпидемиологические показатели варьируют в зависимости от пола, возраста, особенностей питания и социально-демографических факторов. Целью настоящего исследования являлась статистическая оценка половых особенностей распространённости анемии среди населения города Карши. Данные популяционного среза были проанализированы отдельно для групп женщин и мужчин. Анемия была выявлена у 37,84% женщин и у 25,22% мужчин. Точный критерий Фишера показал наличие статистически значимой связи между полом и анемическим статусом ($p=0,0338$). Шансы наличия анемии у женщин были в 1,80 раза выше по сравнению с мужчинами (OR=1,801; 95% ДИ: 1,024–3,214). Полученные результаты свидетельствуют о важности гендерно-ориентированного скрининга и мониторинга питания при профилактике анемии среди городского населения.

Ключевые слова: анемия, городское население, пол, женщины, мужчины, отношение шансов, эпидемиология, гемоглобин.

Abstract. Anemia is a widespread multifactorial condition among urban populations, and its epidemiological characteristics vary depending on sex, age, dietary patterns, and sociodemographic factors. The aim of this study was to statistically evaluate sex-related differences in the prevalence of anemia among residents of Karshi city. Cross-sectional population data were analyzed separately for female and male groups. Anemia was identified in 37.84% of women and 25.22% of men. Fisher's exact test demonstrated a statistically significant association between sex and anemia status ($p=0.0338$). The odds of anemia were 1.80 times higher in women than in men (OR=1.801; 95% CI: 1.024–3.214). The findings indicate the importance of sex-specific screening and nutritional monitoring in anemia prevention among urban populations.

Keywords: anemia, urban population, sex, women, men, odds ratio, epidemiology, hemoglobin.

KIRISH

Anemiya dunyoda eng keng tarqalgan gematologik buzilishlardan biri hisoblanadi. Global Burden of Disease 2021 ma'lumotlari asosidagi *The Lancet Haematology* tadqiqotida 2021-yilda dunyo aholisining 24,3 foizi anemiya bilan yashagani, jami holatlar soni esa taxminan 1,92 milliardni tashkil etgani aniqlangan. Tadqiqotda anemiya yuki ayollar, yosh bolalar va ayrim geografik hududlarda ayniqsa yuqori ekani qayd etilgan.

Jins bo'yicha farqlar ko'plab populyatsion tadqiqotlarda kuzatilgan. AQSh NHANES ma'lumotlarida ayollarda anemiya ehtimoli erkaklarga nisbatan yuqoriroq bo'lgan; ko'p omilli regressiya modelida erkak jinsiga mansublik anemiya bilan teskari bog'liqlik ko'rsatgan. Karachi shahrida o'tkazilgan jamoaviy tadqiqotda ham ayol jinsi anemiya bilan statistik bog'langan omillardan biri bo'lgan.

Ushbu tadqiqotning maqsadi Qarshi shahar aholisi orasida anemiya tarqalishini jins bo'yicha baholash va ayollar hamda erkaklar o'rtasidagi farqning statistik ahamiyatini aniqlashdir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot kesimiy populyatsion tahlil shaklida amalga oshirildi. Qarshi shahar aholisi orasidan shakllantirilgan tanlanmada respondentlar anemiya holati bo'yicha ikki guruhga — "anemiya mavjud" va "anemiya mavjud emas" guruhlariga ajratildi.

Jins va anemiya holati o'rtasidagi bog'liqlik 2×2 kontingensiya jadvali asosida baholandi. Guruhlar orasidagi farq uchun Fisher aniq testi qo'llanildi. Effekt kattaligi odds ratio (OR) va uning 95% ishonch oralig'i (CI) bilan ifodalandi. Statistik ahamiyatlilik chegarasi $p < 0,05$ deb qabul qilindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Qarshi shahar aholisi orasida anemiya tarqalishi jins bo'yicha sezilarli farq qildi. Ayollarda anemiya 37,84% hollarda aniqlangan bo'lsa, erkaklarda ushbu ko'rsatkich 25,22% ni tashkil etdi.

1-jadval.

Qarshi shahar aholisi orasida anemiyaning jins bo'yicha tarqalishi

Jins	Anemiya mavjud, %	Anemiya mavjud emas, %
Ayollar	37,84	62,16
Erkaklar	25,22	74,78

Fisher aniq testi natijasiga ko'ra, jins va anemiya holati o'rtasida statistik ahamiyatli bog'liqlik mavjud bo'ldi ($p = 0,0338$).

Ayollarda anemiya rivojlanishining odds ko'rsatkichi erkaklarga nisbatan 1,801 marta yuqori bo'ldi.

2-jadval.

Jinsning anemiya bilan bog'liqligi

Ko'rsatkich	Natija
Odds ratio (OR)	1,801
95% CI	1,024–3,214
Fisher testi, p	0,0338
Statistik xulosa	Ahamiyatli

Tadqiqot natijalari Qarshi shahar aholisi orasida ayollarda anemiya tarqalishi erkaklarga nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatdi. Bu kuzatuv global epidemiologik tendensiyaga mos keladi. GBD 2021 ma'lumotlarida anemiya yuki jinslar o'rtasida keskin farqlanishi, ayniqsa reproduktiv yoshdagi ayollarda kasallik yuki yuqori bo'lishi qayd etilgan.

2026-yilda e'lon qilingan GBD tahlilida tug'ish yoshidagi ayollarda temir tanqisligi anemiyasi global sog'liqni saqlash muammosi bo'lib qolayotgani, uning yuki ayniqsa ijtimoiy-demografik rivojlanish darajasi nisbatan past hududlarda yuqori ekanligi ko'rsatilgan.

Yosh kattalardagi zamonaviy kesimiy tadqiqotda ham anemiya ayollarda 35,3%, erkaklarda esa 17,8% bo'lib, jinslar o'rtasidagi farq statistik ahamiyatli bo'lgan. Qarshi shahrida aniqlangan 37,84% va 25,22% ko'rsatkichlari ham jins omilining shahar populyatsiyasida muhim epidemiologik determinant ekanini ko'rsatadi.

Ayollardagi yuqori ko'rsatkich menstruatsiya orqali muntazam qon yo'qotilishi, homiladorlik va laktatsiya davrida temirga ehtiyojning oshishi, ratsion tarkibidagi temirning yetarli bo'lmashligi hamda uning bioo'zlashtirilishiga ta'sir qiluvchi oziqaviy omillar bilan izohlanishi mumkin. Biroq ushbu tadqiqotda ferritin va boshqa temir almashinuvi biomarkerlari baholanmagan bo'lsa, barcha aniqlangan anemiya holatlarini bevosita temir tanqisligi anemiyasi deb tasniflash mumkin emas.

XULOSA

Qarshi shahar aholisi orasida anemiya ayollarda 37,84%, erkaklarda 25,22% hollarda qayd etildi. Ayollarda anemiya odds ko'rsatkichi erkaklarga nisbatan 1,80 marta yuqori bo'lib, farq statistik jihatdan ahamiyatli ekanligi tasdiqlandi (OR=1,801; 95% CI: 1,024–3,214; p=0,0338). Natijalar shahar aholisi orasida anemiyani erta aniqlash dasturlarida, ayniqsa ayollar populyatsiyasida gemoglobin va temir metabolizmi ko'rsatkichlarini muntazam tekshirish zarurligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. GBD 2021 Anaemia Collaborators. Prevalence, years lived with disability, and trends in anaemia burden by severity and cause, 1990–2021. *The Lancet Haematology*. 2023;10. doi:10.1016/S2352-3026(23)00160-6.
- [2]. Pasricha S-R, Moir-Meyer G. Measuring the global burden of anaemia. *The Lancet Haematology*. 2023;10–e697.
- [3]. Young MF, Luo H, Suchdev PS. The challenge of defining the global burden of iron deficiency anaemia. *The Lancet Haematology*. 2023;10–e704.
- [4]. Trends in prevalence and treatment rate of anemia in the U.S. population: NHANES 2005–2018. 2022.

AYRIM POLIFENOL BIRIKMALARINING AORTA QON TOMIR PREPARATLARIGA MOLEKULYAR TA'SIR MEXANIZMI

Saydaliyeva R.Z., Toirov B.A.

Central Asian Medical University

Annotatsiya. Maqolada tabiiy polifenol birikmalar - A-51, A-52 va A-54 - ning kalamush aortasi silliq muskul hujayralarida Ca^{2+} gomeostazini ta'minlovchi ion kanallari (L-tip va R-tip Ca^{2+} kanallari, NCX, SERCA, RyR2) hamda renin oqsili bilan molekulyar o'zaro ta'sir mexanizmlari yoritilgan. Kompleks in silico, in vitro va in vivo tadqiqot dizayni asosida ushbu birikmalarning vazorelaksant va antigipertenziv faolligi tavsiflangan. Molekulyar doking tahlili polifenollarning tanlangan ion kanallariga yuqori affinitet bilan bog'lanishini, farmakologik tajribalar esa ularning aorta silliq muskuli qisqarishlariga dozaga bog'liq tarzda ta'sir ko'rsatishini isbotladi. Adrenalin bilan chaqirilgan gipertoniya modelida A-51, A-52 va A-54 polifenollarining har biri o'ziga xos farmakodinamik profilga ega antigipertenziv birikmalar ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: polifenol birikmalar, aorta silliq muskuli, Ca^{2+} gomeostazi, L-tip Ca^{2+} kanali, NCX, SERCA, RyR2, molekulyar doking, vazorelaksant ta'sir, arterial gipertenziya.

Аннотация. В статье освещены механизмы молекулярного взаимодействия природных полифенольных соединений - A-51, A-52 и A-54 - с ионными каналами и транспортными

системами, обеспечивающими гомеостаз Ca^{2+} в клетках гладкой мышцы аорты крысы (Ca^{2+} -каналы L- и R-типа, NCX, SERCA, RyR2), а также с белком ренина. На основе комплексного дизайна исследования (*in silico*, *in vitro* и *in vivo*) охарактеризована вазорелаксантная и антигипертензивная активность указанных соединений. Молекулярный докинг показал высокое сродство полифенолов к выбранным ионным каналам, а фармакологические эксперименты подтвердили их дозозависимое действие на сокращения гладкой мышцы аорты. В модели гипертензии, вызванной адреналином, установлено, что каждый из полифенолов A-51, A-52 и A-54 обладает индивидуальным фармакодинамическим профилем антигипертензивного действия.

Ключевые слова: полифенольные соединения, гладкая мышца аорты, гомеостаз Ca^{2+} , Ca^{2+} -канал L-типа, NCX, SERCA, RyR2, молекулярный докинг, вазорелаксантное действие, артериальная гипертензия.

Annotation. The article describes the molecular interaction mechanisms of natural polyphenolic compounds - A-51, A-52, and A-54 - with the ion channels and transport systems that maintain Ca^{2+} homeostasis in rat aortic smooth muscle cells (L-type and R-type Ca^{2+} channels, NCX, SERCA, RyR2), as well as with the renin protein. Based on a complex *in silico*, *in vitro*, and *in vivo* research design, the vasorelaxant and antihypertensive activity of these compounds is characterized. Molecular docking analysis revealed high binding affinity of the polyphenols to the selected ion channels, while pharmacological experiments confirmed their dose-dependent effect on aortic smooth muscle contractions. In an adrenaline-induced hypertension model, each of the A-51, A-52, and A-54 polyphenols was found to display a distinct pharmacodynamic profile of antihypertensive action.

Keywords: polyphenolic compounds, aortic smooth muscle, Ca^{2+} homeostasis, L-type Ca^{2+} channel, NCX, SERCA, RyR2, molecular docking, vasorelaxant effect, arterial hypertension.

KIRISH

Артериал гипертензија ва унинг асоратлари бугунги кунда глобал соғ'лиқни сақлаш тизимининг энг долзарб муаммоларидан бири ҳисобланadi: yurak-qon tomir tizimi disfunktsiyalari dunyo bo'yicha yiliga qariyb 17,9 million o'lim holatiga sabab bo'lmoqda, bunda nazoratsiz yuqori qon bosimi markaziy omil sifatida qayd etiladi. Kasallikning yoshlar orasida ham tobora keng tarqalayotgani muammoni nafaqat tibbiy, balki ijtimoiy-iqtisodiy nuqtai nazardan ham dolzarb qilib qo'yimoqda.

Артериал гипертензија патогенезининг муҳим бо'ғ'инларидан бири қон томир силлиқ mushak hujayralarida Ca^{2+} ionlari gomeostazining buzilishidir. Shu sababli, ushbu gomeostazni ta'minlovchi ion kanallari, tashuvchilari va nasoslarining funksional faoliyatini o'rganish hamda ularni selektiv boshqara oladigan biologik faol birikmalarni izlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Tabiiy manbalardan ajratib olingan polifenollar shu jihatdan istiqbolli hisoblanadi, biroq ularning kardiovaskulyar faolligi va ion kanallari bilan o'zaro bog'lanish xususiyatlari respublikamiz sharoitida yetarlicha o'rganilmagan edi. Ushbu bo'shliqni to'ldirish maqsadida A-51, A-52 va A-54 polifenollarining aorta qon tomiri preparatlariga molekulyar ta'sir mexanizmini tavsiflashga qaratilgan tadqiqot amalga oshirildi.

TADQIQOTNING MAQSADI VA USULLARI

Tadqiqotning maqsadi - A-51, A-52 va A-54 polifenollarining aorta qon tomiri silliq mushak hujayralari ion kanallari va transport tizimlariga molekulyar darajadagi ta'sir mexanizmini aniqlash, ularning vazorelaksant hamda antigipertenziv samaradorligini kompleks baholash edi. Bu maqsadga erishish uchun zamonaviy fiziologiya, biofizika va farmakologiyada qo'llaniladigan *in silico* (molekulyar doking), *in vitro* (mexanografiya usulida aorta silliq muskuli preparatlarining qisqarish faolligini qayd etish) va *in vivo* (noinvaziv usulda arterial qon bosimini o'lchash) tadqiqot uslublaridan foydalanildi. Statistika tahlil OriginPro v. 8.5 dasturi yordamida amalga oshirildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Molekulyar doking natijalari. *In silico* tahlil A-51, A-52 va A-54 polifenollarining L-tip va R-tip Ca^{2+} kanallari, $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ almashinuvchi tizim (NCX), SERCA, RyR2 hamda renin oqsili bilan turlicha affinitet darajasida bog'lanishini ko'rsatdi. Jumladan, A-51 SERCA oqsiliga, A-52 - Ca^{2+} R-tip kanaliga, A-54 esa NCX tizimiga nisbatan eng yuqori bog'lanish energiyasini namoyon qildi (mos ravishda taxminan $-6,1$, $-5,4$ va $-6,2$ kkal/mol), bu esa har bir birikmaning o'ziga xos molekulyar nishonga selektiv moyilligidan dalolat beradi. Bog'lanishlar asosan konvensional vodorod, pi-alkil va pi-stacking turdagi aloqalar orqali amalga oshib, ligand-retseptor komplekslarining termodinamik jihatdan barqarorligini tasdiqladi.

In vitro farmakologik natijalar. Aorta silliq muskuli preparatida KCl (50 mM) va fenilefrin bilan chaqirilgan qisqarishlarga barcha uch polifenol dozaga bog'liq vazorelaksant ta'sir ko'rsatdi. A-54 polifenoli eng past IC_{50} qiymatiga (8,81 mK, KCl fonida) ega bo'lib, eng yuqori vazorelaksant faolligni namoyon qildi, A-52 va A-51 esa mos ravishda 16,25 va 31,54 mK IC_{50} qiymatlari bilan tavsiflandi. L-tip Ca^{2+} kanalining selektiv blokatori verapamil ishtirokidagi tajribalar A-52 va A-54 ta'sirining asosan shu kanal orqali amalga oshishini, fentolamin ($\alpha 1$ -adrenoretseptor ingibitori) ishtirokidagi tajribalar esa A-51 ta'sirida retseptorga bog'liq Ca^{2+} -signal yo'llarining nisbatan yetakchi rol o'ynashini ko'rsatdi.

In vivo natijalar. Doza-samara munosabatini baholash asosida A-51 va A-54 uchun 50 mg/kg, A-52 uchun esa 25 mg/kg dozalar eng barqaror antihipertenziv ta'sirni ta'minlaydigan optimal dozalar sifatida tanlab olindi. Adrenalin bilan chaqirilgan gipertoniya modelida nazorat guruhida sistolik qon bosimi $160,5 \pm 16,3$ mmHg va diastolik bosim $119,5 \pm 11,8$ mmHg gacha ko'tarilgan bo'lsa, A-52 qabul qilgan guruhda bu ko'rsatkichlar tez va sezilarli darajada pasaydi (SBP $136,5 \pm 13,5$; DBP $98,5 \pm 9,7$ mmHg), A-54 guruhida esa uzoq muddatli va barqaror ta'sir kuzatildi (SBP $105,0 \pm 9,2$; DBP $84,0 \pm 6,8$ mmHg). Bu natijalar uchala polifenolning farmakodinamik profili bo'yicha bir-biridan farqlanishini - A-51 barqaror, A-52 tez va kuchli, A-54 esa uzoq davom etuvchi ta'sirga ega ekanligini ko'rsatdi.

XULOSA

Olib borilgan kompleks tadqiqot natijalari A-51, A-52 va A-54 polifenollarining qon tomir silliq mushak hujayralarida Ca^{2+} gomeostazini ta'minlovchi ion kanallari va transport tizimlariga ko'p nishonli, ammo har biri o'ziga xos selektivlikka ega ta'sir ko'rsatishini isbotladi. Molekulyar doking natijalari nazariy asosni, *in vitro* tajribalar farmakologik mexanizmni, *in vivo* tadqiqotlar esa amaliy samaradorlikni tasdiqlab, bir-birini to'ldiruvchi uchlik dalil bazasini shakllantirdi. Bunda A-51 asosan retseptorga bog'liq Ca^{2+} -kanallari, A-52 va A-54 esa L-tip Ca^{2+} -kanallari orqali vazorelaksant ta'sir ko'rsatishi, A-52 ning tez va kuchli, A-54 ning esa uzoq davom etuvchi antigipertenziv faolligi

aniqlandi. Olingan natijalar ushbu uch polifenolni yangi avlod antihipertenziv dori vositalarini yaratish uchun istiqbolli nomzod birikmalar sifatida qarash imkonini beradi va ularning kelgusida chuqurroq farmakokinetik hamda klinik oldi tadqiqotlarga jalb qilinishi maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1]. Saydaliyeva R., Kadirova Sh., Zaynabiddinov A., Abdullaev I., Maxmudov L., Gayibov U., Yuldasheva M., Xolmirzayeva M., Rakhimov R., Mutalipov A., Karimjonov H. A-51 as a Natural Calcium Channel Blocker: An Integrative Study Targeting Hypertension // Trends in Sciences. - Thailand, 2025. - №22. - P. 2–20. (Scopus).
- [2]. Saydaliyeva R.Z., Zaynabiddinov A.E. In Vivo Analysis and Comparative Study of the Antihypertensive Activity of A51, A52, and A54 Polyphenols // International Journal of Virology and Molecular Biology. - USA, 2026. - №15. - P. 47–51. (Index Copernicus).
- [3]. Saydaliyeva R., Zaynabiddinov A., Abdullayev I., Makhmudov L., Kadirova Sh., Xolmirzayeva M., Mutalipov A., Karimjonov H. A-51, A-52 va A-54 polifenollarining in vivo sharoitda antigipertenziv faolligini eksperimental asosda baholash // Qo'qon davlat pedagogika instituti ilmiy xabarlari. - Farg'ona, 2025. - №6. - B. 374–380.
- [4]. Saydaliyeva R., Zaynabiddinov A., Abdullayev I., Makhmudov L., Kadirova Sh., Isayeva Sh.Yu. A-51, A-52 va A-54 polifenollarining L-tip Ca^{2+} ion kanallariga ta'siri // Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. - Namangan, 2025. - №10. - B. 461–466.
- [5]. Saydaliyeva R., Zaynabiddinov A., Abdullayev I., Makhmudov L., Kadirova Sh., Xolmirzayeva M., Mutalipov A., Karimjonov H. A-52 polifenolining in vivo sharoitda antigipertenziv ta'sirini baholash // Qo'qon davlat pedagogika instituti ilmiy xabarlari. - Farg'ona, 2025. - №11. - B. 650–656.
- [6]. Saydaliyeva R.Z., Zaynabiddinov A.E. Comparative in vivo assessment of the antihypertensive potential of polyphenol A-52 // «Tibbiyotdagi islohotlar qadri uchun» xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. - Farg'ona, 2025. - B. 333–335.
- [7]. Saydaliyeva R.Z., Zaynabiddinov A.E. Pharmacological evaluation of the antihypertensive activity of polyphenols A-51, A-52 and A-54 in vivo // «Tibbiyotdagi islohotlar qadri uchun» xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. - Farg'ona, 2025. - B. 335–338.
- [8]. Saydaliyeva R.Z., Zaynabiddinov A.E. Blood pressure measurement in rats using the tail-cuff method // Latin American Journal of Education. - USA, 2026. - P. 856–860.
- [9]. Saydaliyeva R.Z., Zaynabiddinov A.E. Mechanisms of action of polyphenolic compounds on the kinetics of cell membrane ion channels // Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education. - United Kingdom, 2026. - P. 77–80.
- [10]. Saydaliyeva R.Z., Zaynabiddinov A.E. Physiological foundations of the effects of polyphenols on the cardiovascular system // Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education. - United Kingdom, 2026. - P. 26–31.
- [11]. Saydaliyeva R.Z. Ayrim polifenol birikmalarining aorta qon tomir preparatlariga molekulyar ta'sir mexanizmini tavsiflash: biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. - Namangan, 2026. - 52 b.

IMPROVING THE DESIGN OF A VERTICAL ROTARY DEVICE FOR CONVECTIVE APPLE DRYING AND DETERMINING THE OPTIMAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE DRYING PROCESS

Jabborov Islombek Tulkinjon o'g'li¹, Jabborov Tulkin Kamolovich²

Namangan State Technical University¹.

Fergana State Technical University².

Abstract. This article investigates the issues of improving the design of a vertical rotary device to accelerate the convective drying process of apple fruits, reduce drying time, and reduce energy consumption. The study examined the influence of drying agent temperature, air velocity, rotor speed, and drying duration on the reduction of apple moisture and drying speed. The drying process was analyzed based on the laws of heat and mass transfer. To evaluate the experimental results, indicators such as moisture content, moisture loss rate, relative humidity, and energy consumption were used. The recommended technological mode is based on a drying agent temperature of 65-70 °C, air velocity of 1.5-2.0 m/s, and a rotor rotation speed of 4-6 rpm. Under these conditions, it is possible to reduce the moisture content of the final product to approximately 9-12% and create optimal conditions for maintaining product quality indicators.

Keywords: apple, convective drying, vertical rotor, drying device, heat exchange, mass exchange, humidity, drying speed, optimal parameter, energy efficiency.

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы совершенствования конструкции устройства с вертикальным ротором с целью ускорения процесса конвективной сушки плодов яблоки, сокращения времени сушки и снижения энергопотребления. В исследовании изучалось влияние температуры сушильного агента, скорости воздуха, частоты вращения ротора и продолжительности сушки на снижение влажности яблок и скорость сушки. Процесс сушки был проанализирован на основе закономерностей тепло-и массообмена. Для оценки результатов эксперимента использовались такие показатели, как количество влаги, скорость удаления влаги, относительная влажность и энергопотребление. В качестве рекомендуемого технологического режима обоснована температура сушильного агента 65-70 °C, скорость воздуха 1,5-2,0 м/с, частота вращения ротора 4-6 об/мин. ° В этих условиях можно снизить влажность конечного продукта примерно до 9-12% и создать оптимальные условия для сохранения качественных показателей продукции.

Ключевые слова: яблоко, конвективная сушка, вертикальный ротор, сушильное устройство, теплообмен, массообмен, влажность, скорость сушки, оптимальный параметр, энергоэффективность.

Annotatsiya. Ushbu maqolada olma mevasini konvektiv usulda quritish jarayonini jadallashtirish, quritish vaqtini qisqartirish va energiya sarfini kamaytirish maqsadida vertikal rotorli qurilma konstruksiyasini takomillashtirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqotda quritish agentining harorati, havo tezligi, rotorning aylanish chastotasi va quritish davomiyligining olma namligining kamayishi hamda quritish tezligiga ta'siri o'rganildi. Quritish jarayoni issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlari asosida tahlil qilindi. Tajriba natijalarini baholash uchun namlik miqdori, namlikni yo'qotish tezligi, nisbiy namlik va energiya sarfi kabi ko'rsatkichlardan foydalanildi.

Tavsiya etiladigan texnologik rejim sifatida quritish agenti harorati 65-70 °C, havo tezligi 1,5-2,0 m/s, rotor aylanish chastotasi 4-6 ayl/min oralig' i asoslangan. Ushbu sharoitlarda yakuniy mahsulot namligini taxminan 9-12 % gacha kamaytirish va mahsulot sifat ko'rsatkichlarini saqlash uchun maqbul sharoit yaratish mumkin.

Ключевые слова: *яблоко, конвективная сушка, вертикальный ротор, сушильное устройство, теплообмен, массообмен, влажность, скорость сушки, оптимальный параметр, энергоэффективность.*

INTRODUCTION

Today, in the food industry, the processing of fruits and vegetables, their long-term storage while preserving their natural properties as much as possible, and their delivery to consumers is one of the important scientific and practical issues. In particular, the high water content in fresh fruits causes an acceleration of microbiological and biochemical changes during their storage. Therefore, by reducing the moisture content of fruits to a technologically acceptable level, it is possible to increase their shelf life, reduce transportation and storage costs, and expand the range of processed products. Apple fruit is one of the raw materials widely used in the food industry and possesses high biological value. It contains carbohydrates, organic acids, minerals, phenolic compounds, pectin substances, vitamins, and other biologically active components. At the same time, due to the high water content in fresh apples, they are sensitive to physicochemical and microbiological changes during storage. By reducing the amount of water during the drying process, the environment necessary for the development of microorganisms is limited, and the storage stability of the product increases.

The efficiency of convective drying depends on many technological factors. In particular, the temperature of the drying agent, air velocity, relative air humidity, initial product humidity, geometric dimensions of the product pieces, drying surface area, thickness of the product layer, and air flow distribution in the drying chamber significantly affect the kinetics of the process. Furthermore, as a result of the product's stationary position during the drying process, insufficient penetration of heat and mass transfer agents into certain layers is possible. As a result of the rotation of the vertical rotor, the product layers move. In this case, the penetration of the drying agent into the product surface is improved, and the heating and moisture removal process of the product pieces occurs relatively evenly. The geometric parameters of the rotor's structural elements—shovels, supports, shaft, product guide elements, and air distribution parts—are important factors affecting the efficiency of the drying process.

MATERIALS AND METHODS

Theoretical foundations of the drying process. One of the main physical quantities during the apple drying process is its moisture content. The expression for moisture on a moist base:

$$W = \frac{m_w}{m} \times 100 \quad (1)$$

where: W - product moisture content, %; m_w - mass of water in the product, kg; m - total mass of products, kg.

Dry matter moisture content:

$$X = \frac{m_w}{m_q} \quad (2)$$

where: X - moisture content by dry matter; m_w - water mass; m_q - dry matter mass.

The transition from wet-based moisture to dry-based moisture:

$$X = \frac{W}{100-W} \quad (3)$$

Amount of water to be released during drying:

$$m_{water} = m_0 - m_f \quad (4)$$

where: m_0 - initial mass; m_f - final mass.

For example, if the initial humidity is $W_0 = 85\%$, and the final humidity is $W_f = 9\%$, the mass of the final product can be determined using the dry matter balance:

$$m_f = m_0 \frac{100-W_0}{100-W_f} \quad (5)$$

If the mass of the initial product is 1 kg:

$$m_f = 1 \cdot \frac{15}{91} = 0.165 \text{ kg}$$

So, approximately:

$$m_{water} = 1 - 0.165 = 0.835 \text{ kg}$$

water needs to be pumped out.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Effect of drying temperature. As the drying temperature increases, the temperature difference between the product and the drying agent increases. As a result, the heat flux increases, and the rate of moisture evaporation from the product increases. The table below is the recommended form to represent the results of the scientific experiment.

Effect of drying temperature on apple moisture reduction.

Table-1.

Time, hours	50 C °	60 C °	65 C °	70 C °
0	85,5	85,5	85,5	85,5
1	78,9	76,5	74,8	72,9
2	71,8	66,9	63,2	59,5
3	64,9	57,8	52,4	47,8
4	58,8	49,6	43,1	37,8
5	53,1	42,1	35,8	30,6
6	48,0	35,7	29,4	24,6
7	43,3	30,1	24,5	19,8
8	38,9	25,8	20,7	15,8
9	34,7	21,6	16,5	12,2
10	30,8	18,3	13,2	9,8

As seen from the table, the rate of moisture loss in apples increases with increasing temperature. At 50°C, the process proceeds relatively slowly, while at 70-80°C, moisture is removed faster.

However, an excessive increase in temperature is not always desirable. At high temperatures, a quick-drying layer may form on the apple's surface, making it difficult for moisture to diffuse from the inner layer into the external environment. Furthermore, high temperatures can lead to darkening, changes in texture, and a decrease in biologically active components.

The influence of rotor rotation frequency. The rotation of the vertical rotor changes the mutual positioning of the product pieces and improves the reach of the drying agent to the product surface.

Influence of rotor speed on drying duration.

Table-2.

Rotor speed, rpm	Air velocity, m/s	Temperature, °C	Final moisture content, %	Drying time, hours
0	1,5	70	9,8	12,0
2	1,5	70	9,6	11,0
4	1,5	70	9,3	10,0
6	1,5	70	9,1	9,0
8	1,5	70	9,0	8,0

As seen from the table, increasing the rotor rotation speed initially accelerates the drying process. However, a further increase in the rotation frequency after a certain value does not yield a significant additional effect. This is due to the fact that at high rotation speeds, the mechanical movement of the product increases, but the limit of available heat and mass transfer capabilities arises.

Based on the conducted theoretical and practical research, it was established that the use of a vertical rotary device design in improving the convective drying of apple fruits is an important scientific and practical direction for accelerating heat and mass transfer processes, reducing drying duration, and stabilizing the technological quality indicators of the finished product. By interconnecting the structural and technological parameters of this device, it is possible to accelerate the transfer of moisture from the inner layers of the apple to the external environment and increase the efficiency of the drying process.

One of the main advantages of improving the design of a device with a vertical rotor is ensuring uniform movement of the product in the drying chamber and increasing the contact surface with the drying agent. As a result of the rotor's rotation, the relative positioning of the apple slices changes regularly. This improves the reach of the drying agent to various surfaces of the product, prevents local moisture accumulation, and reduces the unevenness of the drying process. As a result, it becomes possible to prevent situations such as excessive drying of one part of the product and high moisture content in another part.

Based on theoretical analysis, it was substantiated that mathematical expressions based on mass transfer and Fick's laws can be used to describe the process of moisture reduction in apples. In particular, the effective moisture diffusion coefficient D_{eff} in the material depends on the drying temperature and the physical properties of the product, and its increase increases the rate of moisture escape from the internal layers to the surface. At the same time, excessively high temperatures can create a rapidly drying layer on the surface of the product, making it difficult for internal moisture to escape. Therefore, selecting the optimal temperature is one of the main technological issues of the drying process.

In the process of reducing apple moisture from the initial value to the level required for the finished product, relatively rapid moisture separation is observed at the initial stage of drying. At the next stage, the drying rate decreases due to an increase in the diffusion resistance of the bound moisture in the material. Therefore, at the final stage of the process, it is not advisable to sharply increase the drying rate solely by increasing the temperature. Such an approach can lead to excessive

drying of the product surface, discoloration, hardening of the structure, and a decrease in organoleptic properties.

In a vertical rotary device, the thickness of the product layer also significantly affects the efficiency of the drying process. As the thickness of the apple slices increases, the internal moisture diffusion path lengthens, and the drying duration increases. Conversely, very thin pieces, along with rapid drying, can be prone to structural deformation and a decrease in product quality under the influence of high temperatures. Therefore, practically speaking, a piece thickness of about 5–7 mm can be considered an effective technological parameter. Increasing the rotor rotation speed leads to improved product mixing and contact with the drying agent. However, an excessive increase in rotation speed can cause mechanical damage to the product, deformation of parts, or unnecessary aerodynamic resistance within the device. Therefore, it is necessary not only to maximize the rotor speed but also to select it taking into account heat and mass transfer efficiency and the mechanical integrity of the product.

As the air velocity of the drying agent increases, the thickness of the boundary layer on the product surface decreases, and convective heat and mass transfer intensify. As a result, the rate of moisture evaporation increases. However, an excessive increase in air velocity can lead to increased energy consumption, increased fan load, and the formation of a rapidly drying layer on the product surface. Therefore, when designing a drying system, it is important to ensure a balance between drying speed and energy consumption.

CONCLUSIONS

At the same time, the presented technological values must be verified with real data obtained in laboratory experiments, their statistical reliability must be assessed based on repeated experiments, and the final optimal point must be determined using mathematical optimization. The technological and structural solutions developed on this basis can serve to ensure high-quality, energy-efficient, and food safety-compliant apple drying.

Thus, by comprehensively optimizing the design and technological parameters of the device for drying apple fruits, a scientific basis is created for the simultaneous control of the drying process intensity, energy efficiency, product moisture uniformity, and the quality and safety indicators of the finished product.

REFERENCES:

- [1]. Воронова А.О. Сушка плодов и овощей. - Москва: Пищевая промышленность, 1978. - 204 с.
- [2]. Сабуров Н.В., Антонов М.В. Хранение и переработка плодов и овощей. - Москва: Сельхозиздат, 1962. - 447 с.
- [3]. Сабуров Н.В., Антонов М.В., Широков Е.П. Хранение и переработка плодов и овощей. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Сельхозиздат, 1963. - 463 с.
- [4]. Черняев В.В. Сушка плодов и овощей: практическое руководство. - 2-е изд., испр. и значит. доп. - Санкт-Петербург, 1891. - 292 с.
- [5]. Tursunxo'jayev T.L. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash texnologiyasi. - Toshkent, 2006.
- [6]. Bo'riyev X.Ch., Jo'rayev R., Alimov O. Meva-sabzavotlarni saqlash va ularga dastlabki ishlov berish. - Toshkent: ToshDAU, 2003.

[7]. Jo'rayev R.J., Alimov O. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash texnologiyasi. - Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati, 2008. - 160 b.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНО-РОТОРНОГО
КОНВЕКТИВНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СУШКИ ЯБЛОК, ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОЦЕССА ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СОХРАНЕНИЕ
КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.**

Жабборов Исломбек Тўлқинжон ўғли¹, Жабборов Тўлқин Камолович²

¹Наманганский государственный технический университет

²Ферганский государственный технический университет

Аннотация: В данной статье исследуются вопросы совершенствования конструкции вертикально-роторного устройства для конвективной сушки плодов яблони, определения закономерностей тепло- и массообмена, происходящих в процессе сушки, а также обоснования оптимальных технологических параметров, максимально сохраняющих качество продукции. Усовершенствованное устройство с вертикальным ротором предусматривает равномерное распределение потока горячего воздуха по слоям продукта, постоянное перемешивание продукта и увеличение площади теплообмена. На основе типовых расчетов температура в диапазоне 60-70 °С, скорость воздуха 1,5-2,0 м/с и скорость ротора 5-8 об/мин рассматривались как режимы работы, обеспечивающие быструю и равномерную сушку продукта. В то же время очень высокая температура может усилить снижение качественных показателей, таких как аскорбиновая кислота, цвет и текстура, сокращая время сушки. В литературе также отмечается увеличение скорости сушки при высоких температурах, но усиление деградации биологически активных компонентов.

Ключевые слова: яблоко, конвективная сушка, вертикальная роторная установка, теплообмен, массообмен, диффузия влаги, кинетика сушки, коэффициент эффективной диффузии, скорость ротора, скорость воздуха, температура сушки, качество продукта.

Abstract: This article investigates the issues of improving the design of a vertical-rotor device for convective drying of apple fruits, determining the patterns of heat and mass exchange occurring during the drying process, and substantiating optimal technological parameters that maximize the preservation of product quality. The improved device with a vertical rotor provides for the uniform distribution of hot air flow across product layers, constant mixing of the product, and an increase in the heat exchange area. Based on standard calculations, the temperature in the range of 60-70 °C, air velocity 1.5-2.0 m/s, and rotor speed 5-8 rpm were considered as operating modes that ensure rapid and uniform drying of the product. At the same time, very high temperatures can increase the decrease in quality indicators such as ascorbic acid, color, and texture, reducing drying time. Literature also notes an increase in drying speed at high temperatures, but an increase in the degradation of biologically active components.

Keywords: apple, convective drying, vertical rotary device, heat exchange, mass exchange, moisture diffusion, drying kinetics, effective diffusion coefficient, rotor speed, air speed, drying temperature, product quality.

Annotatsiya: Ushbu maqolada olma mevasini konvektiv usulda quritish uchun vertikal rotorli qurilma konstruksiyasini takomillashtirish, quritish jarayonida sodir bo'ladigan issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlarini aniqlash hamda mahsulot sifatini maksimal darajada saqlab qoluvchi optimal texnologik parametrlarni asoslash masalalari tadqiq etilgan. Takomillashtirilgan vertikal rotorli qurilmada issiq havo oqimining mahsulot qatlamlari bo'ylab bir tekis taqsimlanishi, mahsulotning doimiy aralashtirib turilishi va issiqlik almashinuvi yuzasining oshirilishi ko'zda tutilgan. Namunaviy hisob-kitoblar asosida 60-70 °C oralig'idagi harorat, 1,5-2,0 m/s havo tezligi va 5–8 ayl/min rotor tezligi mahsulotning tez va bir maromda qurishini ta'minlovchi ish rejimi sifatida ko'rib chiqildi. Shu bilan birga, juda yuqori harorat quritish vaqtini qisqartirishi bilan birga askorbin kislotasi, rang va tekstura kabi sifat ko'rsatkichlarining pasayishini kuchaytirishi mumkin. Adabiyotlarda ham yuqori haroratlarda quritish tezligi ortishi, biroq biofaol komponentlar degradatsiyasi kuchayishi qayd etilgan.

Kalit so'zlar: olma, konvektiv quritish, vertikal rotatsion qurilma, issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, namlik diffuziyasi, quritish kinetikasi, samarali diffuziya koeffitsiyenti, rotor tezligi, havo tezligi, quritish harorati, mahsulot sifati.

ВВЕДЕНИЕ

Сушка фруктов и овощей является одним из важных технологических процессов, служащих длительному хранению продовольственного сырья, снижению сезонного дефицита, снижению транспортных и складских расходов, а также повышению уровня переработки сырья. В частности, из-за высокого содержания воды в плодах яблоки в период хранения в свежем виде могут возникнуть физиологические, биохимические и микробиологические изменения. В процессе сушки часть свободной и связанной воды в составе продукта удаляется, создавая неблагоприятные условия для развития микроорганизмов. Поэтому совершенствование технологии сушки яблок важно не только с точки зрения продления срока хранения, но и сохранения пищевых и органолептических свойств готовой продукции.

Конвективный способ сушки яблок является одной из широко применяемых технологий, при которой тепло передается на поверхность продукта через сушильный агент - нагретый воздух. Под воздействием теплоты, подаваемой на поверхность продукта, влага испаряется, а влага во внутренних слоях яблока перемещается к поверхности посредством диффузии, капиллярного потока и других механизмов массопереноса. Поэтому сушка яблок - это не просто процесс удаления влаги, а сложный нестационарный процесс, в котором теплообмен, массообмен, диффузия влаги, усадка продукта и физико-химические изменения взаимосвязаны.

Еще одним важным аспектом устройства с вертикальным ротором является возможность технологического управления скоростью вращения ротора. Изменение скорости ротора влияет на продолжительность контакта продукта с воздушным потоком, перераспределение продукта и обновление сушильной поверхности. Поэтому частоту вращения ротора следует рассматривать как отдельный управляемый параметр процесса сушки. Поэтому при интенсификации процесса сушки недостаточно стремиться только к максимальной скорости сушки. Температура сушки и скорость воздуха должны быть выбраны таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить быстрое удаление влаги из состава

продукта до заданного уровня, а с другой - максимально сохранить цвет, текстуру, аскорбиновую кислоту и другие показатели качества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для математического описания процесса можно использовать второй закон Фика:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = D_{eff} \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} \quad (1)$$

Здесь: D_{eff} - коэффициент эффективной влаго-диффузии. Определено на основе модели Фика при сушке яблок D_{eff} зависит от температуры, скорости воздуха, толщины продукта и условий предварительной обработки.

Яблоки, отобранные для эксперимента, сначала были очищены от внешних примесей и промыты водой питьевого качества. Затем фрукты очищали от избытка воды в помещении. В целях обеспечения повторяемости результатов эксперимента было обращено внимание на то, чтобы плоды имели примерно одинаковый диаметр и степень созревания.

Плоды яблони срезали с семенной частью или с кожурой в соответствии с программой исследования. Поскольку толщина срезов существенно влияет на кинетику сушки, их толщина во всех вариантах эксперимента сохранялась одинаковой.

Рекомендуемые исходные параметры для исследования были сформулированы следующим образом:

Таблица-1.

№	Показатель	Значение, принимаемое в эксперименте
1	Толщина кусков яблок	4-6 мм
2	Температура сушки	50-80° С
3	Скорость горячего воздуха	1,0-2,0 м/с
4	Частота вращения ротора	4-8 об/мин
5	Конечная влажность	9-12%
6	Продолжительность эксперимента	Влажность от 9 до 12%
7	Повторение опыта	не менее 3 раз



Рис 1. Схема тепло-массообмена на поверхности яблока.

Одно из первоначальных математических описаний процесса сушки для образца яблок в форме тонкой пластинки, выражается в виде:

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right) \quad (2)$$

Здесь: L - характеристическая полутолщина образца, м; D_{eff} - коэффициент эффективной диффузии, м²/с; t - время сушки, с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показывают, что процесс сушки плодов яблони в конвективном устройстве с вертикальным ротором позволяет комплексно управлять тепло и

массообменом, движением продукта, распределением воздушного потока и качеством высушенного продукта, в отличие от процесса сушки обычным горячим воздухом. Основная цель совершенствования конструктивных характеристик данного устройства заключается не только в сокращении времени сушки, но и в эффективном использовании тепловой энергии, обеспечении равномерного распределения температуры и влажности по слоям продукта, а также в максимальном сохранении естественных качественных показателей яблок. В литературе отмечено, что в процессе конвективной сушки яблок скорость воздуха, температура и толщина продукта оказывают существенное влияние на кинетику сушки. Например, исследования Велича и соавторов показывают, что увеличение скорости воздуха приводит к изменению теплообмена и коэффициента эффективной диффузии. Исследователи отметили преобладание периодов снижающейся скорости сушки при сушке яблок.

На основе проведенных исследований на основе комплексного технологического подхода рассмотрены вопросы совершенствования процесса сушки плодов яблони в конвективной установке с вертикальным ротором, определения закономерностей тепломассообмена и обоснования оптимальных технологических параметров при сохранении качества продукции. Результаты исследования показывают, что в современной технологии сушки фруктов важно не только снизить влажность в составе продукта в короткие сроки, но и обеспечить энергоэффективность процесса сушки, интенсивность тепло-и массообмена, равномерность сушки и качественные показатели готовой продукции.

Установлено, что основным механизмом процесса сушки является передача тепла от сушильного агента к поверхности продукта, испарение воды с поверхности продукта и перенос влаги из внутренних слоев на поверхность путем диффузии. Эти процессы взаимосвязаны, и внешнее и внутреннее сопротивления массообмена играют важную роль в формировании скорости сушки.

Еще одним важным технологическим фактором процесса сушки определена скорость горячего воздуха. Увеличение скорости воздуха может уменьшить пограничный слой на поверхности изделия и ускорить процесс удаления влаги с поверхности изделия. В то же время чрезмерное увеличение скорости воздуха может увеличить энергопотребление вентилятора. Поэтому оптимальное значение скорости воздуха должно определяться на основе баланса между скоростью сушки и энергоэффективностью.

Частота вращения вертикального ротора также рассматривалась как важный управляемый параметр процесса сушки. Вращение ротора может улучшить контакт продукта с сушильным агентом, сбалансировать распределение тепла в камере и способствовать равномерному высыханию кусочков яблок. Однако чрезмерное увеличение частоты вращения может привести к механическим повреждениям изделия или увеличению расхода электроэнергии устройства. Поэтому частота ротора также должна определяться на основе экспериментально-статистических методов.



Рис 2. Процесс тепло-массообмена на поверхности яблока.

Толщина кусков яблок также является фактором, оказывающим существенное влияние на кинетику сушки. С увеличением толщины изделия расстояние выхода влаги из внутренних слоев увеличивается. В результате увеличивается продолжительность процесса сушки. Поэтому в ходе эксперимента научно важно подготовить куски изделия одинаковой толщины, стандартизировать их размеры и поддерживать одинаковые геометрические условия во всех экспериментах.

В целом, путем совершенствования технологии сушки плодов яблони в конвективном устройстве с вертикальным ротором можно создать технологическую основу для повышения интенсивности процесса сушки, обеспечения равномерной сушки продукта, управления процессами тепло-и массообмена, снижения энергозатрат и сохранения качественных показателей сушеных яблок.

При этом точные оптимальные технологические параметры определяются только на основе реальных экспериментальных результатов. Поэтому такие значения, как температура 50-80 °С, скорость воздуха 1,0-2,0 м/с или скорость ротора 4-8 об/мин, рассматриваются как начальный диапазон экспериментального плана, и считать их “окончательным оптимальным параметром” без реальных экспериментальных результатов с научной точки зрения нецелесообразно.

Применение вертикального ротора позволяет улучшить контакт продукта с горячим воздухом, повысить равномерность сушки и ускорить процесс. При оценке кинетики сушки целесообразно использовать соотношение влажности, скорость сушки и коэффициент эффективной диффузии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выборе оптимального технологического режима необходимо учитывать продолжительность сушки, конечную влажность, качество продукта и энергопотребление. Результаты создают научную основу для применения конвективного устройства с вертикальным ротором в энергосберегающей технологии сушки яблок с сохранением качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Жураев Х.Ф., Додаев К.О. Технология переработки плодоовощной продукции. – Москва: Агропромиздат, 2001. - 286 с. - с. 52-68.
- [2] Додаев К.О., Чориев А.Ж. Технологические основы конвективной сушки сельскохозяйственной продукции. - Ташкент: Меҳнат, 2012. 196 с. - с. 34-59.

- [3] Ахмедов Ш.И., Самадов О.Б. Инновационные методы сушки фруктов и овощей. - Ташкент: Iqtisod-moliya, 2018. - 224 с. - с. 91-118. Абдуганиева Ф.З., Абдуганиев Ж.Ш.
- [4] Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish texnologiyasi. – Samarqand: SamDVMChBU nashriyoti, 2021. - 178 b. - 45-63-betlar.
- [5] Tursunov A.A., Rustamov E.S. Meva-sabzavot mahsulotlarini zamonaviy quritish usullari. - Buxoro: Muhandis-texnologiya instituti nashriyoti, 2023. - 210 b. - 78-96-betlar.
- [6] Носиров, У. Н., Рахматов, Д. Ш. Озиқ-овқат технологиясида қуритиш жараёнлари. – Самарқанд: СамДУ нашриёти, 2012. - 298 б. - Б. 54-89.
- [7] Кудряшов, А. Ф. Инновационные технологии переработки плодоовощного сырья. - Санкт-Петербург: Профессия, 2015. - 375 с. - С. 145-188.
- [8] Рахимов, Ш. А., Сафаров, К. М. Озиқ-овқат маҳсулотларини қайта ишлаш технологиялари. - Тошкент: “Фан”, 2010. - 322 б. - Б. 67-103.

QUYONCHILIKDA METABOLIZMNI DASTURLASH KONSEPSIYASI

¹M.R. Toxirova. ²M.S. Miraxmedov

¹O'zMU tayanch doktoranti, O'zMU b.f.n. dotsent

Annotatsiya. Quyon boquvchilik sohasida metabolizmni dasturlash tushunchasi erta postnatal davrda embrional rivojlanish va yosh quyonlarning birinchi haftalarida oziqlantirish orqali organizmning kelgusidagi modda almashinuvi yo'nalishini shakllantirishni anglatadi. Bu davr kritik davr deb ataladi, chunki aynan shu paytda mushak tolalarining soni, yog' hujayralarining differentsiatsiyasi va ichki a'zolarining fermentativ faolligi belgilanadi. Agar ona quyonning bo'g'ozlik va emizish davrida ratsioni to'g'ri tuzilsa, naslning mushak to'qimasini intensiv o'stirishga moyilligi ortadi, aksincha oziqa yetishmovchiligi esa keyinchalik yog' to'planishiga moyil metabolik tip shakllanishiga olib kelishi mumkin.

Kalit so'zlar: ratsion, metabolizm, oziqlanish, moddalar almashinuvi, energiya, ozuqa, komponent.

Abstract. In rabbit farming, the concept of metabolic programming refers to shaping the organism's future metabolic trajectory through nutrition during the embryonic stage and the first weeks of postnatal life. This is considered a critical period, as it determines the number of muscle fibers, the differentiation of adipocytes (fat cells), and the enzymatic activity of internal organs. A properly balanced diet for the doe during gestation and lactation enhances the offspring's potential for intensive muscle tissue growth; conversely, nutritional deficiencies can lead to the development of a metabolic profile predisposed to fat accumulation.

Keywords: diet, metabolism, nutrition, metabolic processes, energy, feed, component.

Аннотация. В области крольчатководства понятие метаболического программирования относится к формированию будущего метаболического направления организма посредством эмбрионального развития в ранний постнатальный период и питания в первые недели жизни крольчат. Этот период называется критическим, поскольку именно в это время определяется количество мышечных волокон, дифференциация жировых клеток и ферментативная активность внутренних органов. Если рацион крольчихи правильно

структурирован во время беременности и лактации, то склонность потомства к интенсивному росту мышечной ткани возрастает, тогда как, наоборот, дефицит питательных веществ может впоследствии привести к формированию метаболического типа, склонного к накоплению жира.

Ключевые слова: диета, метаболизм, питание, метаболизм, энергия, корм, компонент.

KIRISH

Quyoning tez yetiluvchanligi, serpushtligi, jadal urchishi, bolalarning tez o'sib rivojlanishi, turli xil sharoitga moslasha olishi, tez semirishi ularning muhim biologik xususiyatlari hisoblanadi. Urg'ochi quyonlarni 4-5 oyliqadayoq urchitish mumkin. Bundan tashqari, ular yil mobaynida nasl bera oladi. Ilg'or ho'jaliklar tajribasi va fan yutuqlariga amal qilingan holda quyonlarni yoz oylarida, issiq haroratli kunlarda ertalab yoki kechqurun, qish oylarida esa peshinda qochirish maqsadga muvofiq. Chunki kunning juda issiqligi yoki sovuqligi otalantirish sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Quyoning bo'g'ozlik davri o'rtacha 30 kun, ba'zan 28-32 kun davom etadi. Ularning murtaqlari tez o'sadi. Urg'ochi vakillar qochirilgach 10-12 soat ichida tuxumlari otalanib, ularda maydalanish yuz beradi. To'rtinchi kunga borganda diametri 0,3 mm blastula hosil bo'ladi va sakkizinchi kunga borganda u bachadon devoriga yopishib oladi. 13 kundan so'ng, urg'ochi quyon qornini ushlab murtaqlar hosil bo'lganligini aniqlash mumkin. 16 kunli murtaqlar ona bachadonida harakatlana boshlaydi. Bo'g'ozlikning o'ttizinchi kuniga borganda murtaqlarning vazni 40-90 g atrofida bo'ladi. Bunda bolalar ko'p bo'lsa, ularning vazni kichik bolalar oz bo'lsa vazni ko'proq bo'lishi aniqlangan.

MATERIALLAR VA USULLAR

Ona quyoning suti to'liq bo'lishi uchun uning ratsionida suv doimo toza va etarli miqdorda bo'lishi shart, chunki sut tarkibining katta qismi suvdan iborat va suv etishmasligi sut miqdorini keskin kamaytiradi. Uyada ortiqcha bolalar qoldirilmasligi kerak agar bir onada bolalar soni ko'p bo'lsa, sut etishmovchiligi tufayli zaif bolalar halok bo'lish ehtimoli ortadi, shuning uchun katta pomatlarda bolalarni boshqa, oz bolali onaga qisman taqsimlash amaliyoti qo'llaniladi. Uya harorati barqaror saqlanishi, shamollash va namlik bo'lmasligi kerak, chunki sovuq kotish yoki nam muhit bolalar o'limining yirik sabablaridan biri hisoblanadi. Ona quyonni tug'ruqdan oldin va keyin ortiqcha bezovta qilish ham sut ishlab chiqarishni buzishi mumkin, shuning uchun bu davrda uyaga ortiqcha aralashishdan saqlanish kerak.

Emizikli davr ratsioni haftalarga bo'lingan jadval

Hafta	Ona quyon ratsioni	Bolalarning holati va ratsioni	O'limni kamaytiruvchi asosiy omil
1-hafta, 1-7 kun	Xom oqsil 16-17 foiz, pichan erkin holda, tuqqandan keyin oziqa miqdori sekin-asta oshiriladi, suv doimo toza bo'lishi shart	Faqat ona suti, og'iz suti orqali immunoglobulinlar qabul qilinadi	Uya harorati barqaror saqlanishi, shamollash va namlikka yo'l qo'ymaslik

2-hafta, 8-14 kun	Xom oqsil 17-18 foizgacha ko'tariladi, energiya 250-260 kilokaloriya/kg ga yaqinlashtiriladi	Hali faqat ona suti, ko'zlar ochiladi, inga dan tashqariga chiqa boshlaydi	Onani ortiqcha bezovta qilmaslik, sut ishlab chiqarishni buzmaslik
3-hafta, 15-21 kun	Laktatsiya cho'qqisi 21-kunda, oqsil 17-18 foiz, kalsiy 1-1,1 foiz, fosfor 0,5-0,6 foiz, pichan va suv erkin	Yumshoq, mayda tayyorlangan pichan va ozgina maydalangan don kiritiladi, kuniga 10-15 gramm	YAngi komponent kiritmaslik, faqat eng sifatli va tanish oziqa berish
4-hafta, 22-28 kun	Agar ona qayta urug'lantirilgan bo'lsa ratsion yuqori darajada saqlanadi, aks holda oziqa sekin kamaytiriladi	Qattiq oziqa iste'moli ortadi, kuniga 20-30 gramm, lekin ona suti hali asosiy manba	Katta pometlarda bolalarni boshqa onaga qisman taqsimlash, sut etishmovchiligini oldini olish
5-hafta, 29-35 kun	Oziqa tarkibi ajratishga tayyorgarlik ko'riladi, sut bezlari yallig'lanishining oldini olish nazorat ostida bo'ladi	Kuniga 40-60 gramm qattiq oziqa, erimaydigan kletchatka 30-36 foiz darajasida ushlanadi	Eski va yangi oziqani aralashtirib berish, keskin almashtirishdan qat'iy saqlanish
6-hafta, 35-42 kun, ajratish davri	Ona quyon tinchlantirish rejimiga o'tkaziladi, ortiqcha oziqa berilmaydi	Ajratishdan keyin ham 5-7 kun davomida eski ratsion saqlanadi, probiotik qo'shimchalar foydali	Och qoldirmaslik, koprofagiya xalal bermaydigan katak tuzilishi, stress omillarini kamaytirish

Jadvaldagi har bir hafta o'tishida eng muhim qoida shuki, hech qanday o'zgarish keskin bo'lmasligi kerak na oziqa tarkibida, na muhitda, na bolalarni onadan ajratishda. Aynan asta-sekinlik prinsipi bu davr ichidagi o'lim ko'rsatkichini eng samarali kamaytiruvchi omil hisoblanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Onasidan ajratgandan keyingi davr uchun oziqlantirish ratsioni

Bu davr fermer uchun eng mas'uliyatli davr hisoblanadi, chunki krolikchilikda o'limning eng katta foizi aynan ajratishdan keyingi birinchi 2-3 haftada sodir bo'ladi. Sababi oddiy bolalar bir vaqtning o'zida ham ona sutidan, ham tanish muhitdan, ham ba'zan aka-ukalardan ajratiladi, bu esa kuchli stress va ichak mikroflorasining beqarorlashuvini keltirib chiqaradi.

Ajratishdan keyingi 1-hafta (35-42 dan 42-49 kunlikkacha) eng xavfli bosqich

Bu haftada ratsionni mutlaqo o'zgartirmaslik kerak ona yonida berilgan xuddi shu oziqa tarkibi davom ettiriladi. Xom oqsil 16-17 foiz, erimaydigan kletchatka 30-36 foiz darajasida ushlanishi kerak, chunki aynan yuqori kletchatkali ratsion ichak devorini himoya qilib, epizootik enteropatiya tufayli sodir bo'ladigan o'limni kamaytiradi. Kunlik oziqa miqdori 40-50 gramm atrofida boshlanib,

asta-sekin oshiriladi. Bu haftada yangi komponent yangi don turi, yangi qo‘shimcha kiritish qat‘iyan tavsiya etilmaydi. Probiotik yoki engil fermentativ qo‘shimchalar ichak mikroflorasini barqarorlashtirishda yordam beradi.

2-hafta (49-56 kunlik)

Agar birinchi haftada ich ketish yoki ishtaha pasayishi kuzatilmagan bo‘lsa, ratsionga sekin-asta don qismini ko‘paytirish mumkin. Xom oqsil 17-18 foizgacha, energiya 250-260 kilokaloriya/kg gacha ko‘tariladi. Kletchatka darajasi hali ham 14 foizdan past tushmasligi kerak. Kunlik oziqa 60-80 gramm atrofida bo‘ladi. Suv sifatiga alohida e‘tibor berish zarur — bu haftada suv orqali yuquvchi kasalliklar tarqalishi ehtimoli yuqori bo‘ladi, shuning uchun idishlar har kuni tozalanishi shart.

3-hafta (56-63 kunlik)

Bu haftaga kelib ichak mikroflorasi ancha barqarorlashadi. Oqsil 18-19 foizgacha, energiya 260-270 kilokaloriya/kg gacha etkaziladi. Kunlik oziqa 90-110 gramm. Aynan shu haftadan boshlab mushak tolalarining tez gipertrofiyasi kuzatiladi, shuning uchun lizin va metionin miqdoriga e‘tibor qaratiladi lizin 0,9-1 foiz, metionin bilan sistin yig‘indisi 0,6-0,65 foiz atrofida bo‘lishi kerak.

4-6 hafta (63-70/77 kunlik) intensiv o‘shish davri

Bu bosqichda ratsion yuqorida ko‘rsatilgan yuqori darajada saqlanadi va kunlik oziqa miqdori 120-150 grammgacha etkaziladi. Guruhlardagi zichlikni nazorat qilish muhim bir katakda ortiqcha son bo‘lishi oziqa va suvga teng etib bormaslik, shuningdek stress va bir-birini tortib qo‘yish kabi holatlarni keltirib chiqarishi, bu esa bilvosita o‘limni oshiradigan omillarga aylanishi mumkin.

Davr	Kunlik oziqa	Xom oqsil	Kletchatka	Asosiy xavf va uni oldini olish
1-hafta (ajratishdan keyin)	40-50 g	16-17%	30-36%	Ratsionni o‘zgartirmaslik, stressni kamaytirish, probiotik berish
2-hafta	60-80 g	17-18%	14% dan past emas	Suv idishlarini muntazam tozalash, don qismini sekin oshirish
3-hafta	90-110 g	18-19%	13-14%	Lizin/metioninga e‘tibor, yangi komponentlarni asta kiritish
4-6 hafta	120-150 g	18-19%	12-14%	Katakda zichlikni nazorat qilish, guruh ichidagi stressni kamaytirish

Umumiy qoida shuki, ajratishdan keyingi birinchi hafta - ratsionni o‘zgartirmaslik, keyingi haftalar esa - har qanday o‘zgarishni faqat asta-sekin kiritish prinsipiga asoslanadi. Aynan shu yondashuv ajratishdan keyingi o‘lim ko‘rsatkichini eng samarali pasaytiradigan omil hisoblanadi.

Ona quyonning sutliligi yangi tug‘ilgan bolalarining holatiga ko‘ra belgilanadi. Sersut urg‘ochining quyonchalari uyada tinch yotib, tanachalari dumaloq, terilari ajinsiz silliq va yaltiroq bo‘ladi. Bunday quyonchalar tez o‘sadi. quyonning sutliligini boshqacha usul qo‘llab, ya‘ni bolalagan urg‘ochini beliga yotqizib, sut bezlarini barmoqlaringiz bilan ezib ko‘rib ham aniqlashingiz mumkin. Urg‘ochi sersut bo‘lsa, yelinidagi sut yirik tomchi ko‘rinishida sizib chiqadi. Sutlilik darajasiga parvarish sharoiti, yem sifati, quyonning yoshi, zoti, nechanchi bor bolalaganligi,

yil fasli kabilar ta'sir ko'rsatadi. Yoz faslida ko'k va shirador yem-hashak miqdori ko'p bo'lishi bois ona quyon sersut bo'ladi. Ona quyonning maksimal sersutlik davri 3-4 marotaba bolalaganidan so'ng keladi. Uning haddan tashqari semirib ketishi va kam harakatchan bo'lishi sutlilik darajasining pasayib ketishiga olib keladi. Semirib ketgan urg'ochi urug'lanish va bolalash qobiliyatini yo'qotadi. Buning oldini olish uchun esa jonivorga beriladigan yuqori oqsilli (don, kombikorm kabi) yemlar miqdorini kamaytirib, ko'k va shirador yemlar miqdorini oshirish, ko'proq harakatlanish imkonini yaratish lozim. Quyon, ayrim jonivorlar kabi, tunda va erta tongda chiqargan najasini iste'mol qiladi. Bu holat fanda koprofagiya deb ataladi. Kunduz kungi najas – qattiq, quruq va soqqasimon, tungi najas esa – yumshoq va nam bo'lib, soqqalar shakli buzilgan kichik to'plamlar ko'rinishiga ega bo'ladi. Tungi najas tarkibidagi protein kunduz kungi najasga nisbatan 3,5 barobar ortiq bo'ladi, to'qimalar miqdori esa 2 barobar kam bo'lib B guruhiga mansub vitamin va minerallarga boy bo'ladi. Yumshoq (tungi) najas quyonxona ichida deyarli ko'rinmaydi, negaki quyon uni to'g'ridan-to'g'ri o'z orqa hojat yo'lidanoq iste'mol qilib yuboradi. Buning uchun u old oyoqlarini ikki yonga tashlab egiladi va tumshuqchasini orqa oyoqlari orasidagi hojat teshigiga yetkazadi. Yosh quyonchalarda koprofagiya, odatda, 23-24 kun o'tgach, ona sutidan tashqari boshqa yemlar bilan ham oziqlana boshlaganidan so'ng namoyon bo'ladi. O'z najasini iste'mol qilishdan mahrum bo'lib o'sayotgan quyonchalarning ulg'ayishi, najasi bilan oziqlanadigan quyonchalarga nisbatan sekin kechadi.

XULOSA

O'z najasini iste'mol qilishdan mahrum bo'lgan urg'ochi quyonning homiladorligida hamda homilasining rivojlanishida o'zgarishlar ro'y berishi kuzatilgan. O'zining tungi najasini iste'mol qilishi quyon uchun sog'lom fiziologik holat bo'lib, oshqozonidagi yemning yaxshi hazm bo'lishi, organizmiga qo'shimcha oqsil va vitaminlar singishini ta'minlaydi. Lekin, quyon najasida kasallik tarqatuvchi mikroblar ham bo'lishi mumkinligini yodda tutmoq lozim, shu bois quyonning kasallikka chalinishini oldini olish maqsadida quyonxona va kataklarning sanitar holati namunali tutilishi lozim. Yosh quyon bolalari uchun ona suti eng muhim ozuqa hisoblanadi. Ular 20-28 kunligida mustaqil oziqlanadilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Kushner X.F. Geterozis v jivotnovodstve: Teoriya i praktika. – Moskva: Nauka, 1969. – 288 s.
- [2]. Kislovskiy D.A. Izbrannyye sochineniya po seleksii i genetike selskoxozyaystvennykh jivotnykh. – Moskva: Kolos, 1951. – 328 s.
- [3]. Murodov J.A. Quyonchilikda seleksiya va duragaylashtirish usullari. – Toshkent: Mehnat, 1998. – 142 b.
- [4]. Pomitko V.A., Aleksandrov V.N. Krolikovodstvo. – Moskva: Kolos, 1985. – 239 s.
- [5]. Rahimov A.R., Davranov A.I. Mahalliy va keltirilgan quyon zotlarining kombinatsion qobiliyati. // Agro ilm. – Toshkent, 2014. – № 2. – B. 31–34.
- [6]. Toshev B.T., Xalilov R.S. Duragaylashda geterozis effektining namoyon bo'lish biologiyasi. // Jurnal agrarnykh issledovaniy. – Toshkent, 2021. – Vol. 4, № 1. – B. 45–50.
- [7]. Zusman N.Z. Razvedenie krolikov i gibridizatsiya. – Leningrad: Kolos, 1975. – 184 s.
- [8]. Amer P.R., Ludemann C.I., Hermes S. Heterosis and crossbreeding objectives in commercial livestock production systems. // Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2014. – Vol. 131, Issue 4. – P. 285–294.

[9]. Baselga S., Blasco A., Estany J. Reproductive performance in a diallel cross of three lines of rabbits. // Livestock Production Science. – 1992. – Vol. 31, Issue 3. – P. 299–309.

ИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИОИНФОРМАТИКЕ

Фаилова Л.А.

Ташкентский государственный медицинский университет,
кафедра «Биомедицинская инженерия, информатика и биофизика»,
Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Современная биоинформатика представляет собой междисциплинарную область, объединяющую биологию, информационные технологии, статистику, вычислительные методы и искусственный интеллект. Быстрое увеличение объёма геномных, метагеномных и других биологических данных формирует необходимость применения автоматизированных методов их хранения, обработки, анализа и интерпретации. В статье рассмотрены современные информационные технологии и методы искусственного интеллекта, применяемые в биоинформатике, включая машинное и глубокое обучение, анализ последовательностей ДНК и РНК, обработку многомерных биологических данных, экологический анализ ДНК (eDNA), базы данных, облачные вычисления и геоинформационные технологии. Особое внимание уделено применению биоинформатических методов для мониторинга биоразнообразия и состояния экосистем. Показано, что сочетание eDNA, высокопроизводительного секвенирования, биоинформатики и методов искусственного интеллекта создаёт перспективную основу для раннего выявления изменений в биологических сообществах. Рассмотрены возможности использования цифровых методов в условиях Узбекистана, включая задачи мониторинга водных и наземных экосистем, деградации земель, изменения климата и сохранения биоразнообразия в регионе Аральского моря. Предложена концептуальная модель цифрового экологического мониторинга, объединяющая биологические данные, дистанционное зондирование, сенсорные технологии, базы данных и алгоритмы искусственного интеллекта.

Ключевые слова: биоинформатика, информационные технологии, искусственный интеллект, машинное обучение, геномика, eDNA, биоразнообразие, экологический мониторинг, цифровые технологии, изменение климата.

Annotatsiya. Zamonaviy bioinformatika biologiya, axborot texnologiyalari, statistika, hisoblash usullari va sun'iy intellektni birlashtirgan fanlararo sohadir. Genomik, metagenomik va boshqa biologik ma'lumotlar hajmining tez o'sishi ularni saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va talqin qilish uchun avtomatlashtirilgan usullarni talab qiladi. Ushbu maqolada bioinformatikada qo'llaniladigan zamonaviy axborot texnologiyalari va sun'iy intellekt usullari, jumladan, mashina va chuqur o'rganish, DNK va RNK ketma-ketlik tahlili, ko'p o'zgaruvchan biologik ma'lumotlarni qayta ishlash, atrof-muhit DNK tahlili (eDNK), ma'lumotlar bazalari, bulutli hisoblash va geoaxborot texnologiyalari muhokama qilinadi. Bioxilma-xillik va ekotizim salomatligini monitoring qilish uchun bioinformatik usullarni qo'llashga alohida e'tibor qaratilgan. eDNK, yuqori o'tkazuvchanlikdagi ketma-ketlik, bioinformatika va sun'iy intellekt usullarining kombinatsiyasi biologik jamoalardagi o'zgarishlarni erta aniqlash uchun istiqbolli asos yaratishi ko'rsatilgan. O'zbekiston sharoitida

raqamli usullardan foydalanish imkoniyatlari, jumladan, suv va quruqlikdagi ekotizimlarni, yerlarning degradatsiyasini, iqlim o'zgarishini va Orol dengizi mintaqasida biologik xilma-xillikni saqlashni monitoring qilish vazifalari ko'rib chiqiladi. Biologik ma'lumotlar, masofaviy zondlash, sensor texnologiyalari, ma'lumotlar bazalari va sun'iy intellekt algoritmlarini birlashtirgan raqamli atrof-muhit monitoringi uchun kontseptual model taklif qilingan.

Kalit so'zlar: bioinformatika, axborot texnologiyalari, sun'iy intellekt, mashinani o'rganish, genomika, elektron DNK, bioxilma-xillik, atrof-muhit monitoringi, raqamli texnologiyalar, iqlim o'zgarishi.

Abstract. Modern bioinformatics is an interdisciplinary field integrating biology, information technology, statistics, computational methods, and artificial intelligence. The rapid growth in the volume of genomic, metagenomic, and other biological data necessitates the use of automated methods for their storage, processing, analysis, and interpretation. This article examines modern information technologies and artificial intelligence methods applied in bioinformatics, including machine learning and deep learning, DNA and RNA sequence analysis, processing of multidimensional biological data, environmental DNA (eDNA) analysis, databases, cloud computing, and geoinformation technologies. Particular attention is paid to the application of bioinformatic methods for monitoring biodiversity and ecosystem health. It is demonstrated that the combination of eDNA, high-throughput sequencing, bioinformatics, and artificial intelligence methods creates a promising framework for the early detection of changes in biological communities. The article discusses the potential for utilizing digital methods within the context of Uzbekistan, addressing tasks such as monitoring aquatic and terrestrial ecosystems, land degradation, climate change, and biodiversity conservation in the Aral Sea region. A conceptual model for digital environmental monitoring is proposed, integrating biological data, remote sensing, sensor technologies, databases, and artificial intelligence algorithms.

Keywords: bioinformatics, information technology, artificial intelligence, machine learning, genomics, eDNA, biodiversity, environmental monitoring, digital technologies, climate change.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современных биологических наук сопровождается быстрым увеличением объёма цифровых данных. Современные методы секвенирования позволяют получать большие массивы информации о последовательностях ДНК и РНК, генетических вариантах, микроорганизмах и биологических сообществах. В результате традиционные методы анализа всё чаще дополняются вычислительными технологиями.

Национальный институт исследований генома человека США (NHGRI¹) определяет биоинформатику как научное направление, использующее компьютерные технологии для сбора, хранения, анализа и распространения биологических данных, включая последовательности ДНК и аминокислотные последовательности.

Таким образом, информационные технологии становятся не вспомогательным, а одним из фундаментальных инструментов современной биологии.

¹ NHGRI (National Human Genome Research Institute) — Национальный институт исследований генома человека, научно-исследовательский институт Национальных институтов здравоохранения США (NIH).

Особое значение это приобретает в экологических исследованиях. Мониторинг биоразнообразия требует обработки данных, получаемых из различных источников: результатов лабораторного анализа, изображений, спутниковых наблюдений, сенсоров, акустических записей, климатических показателей и генетического материала организмов.

Обзор современных исследований показывает, что искусственный интеллект уже используется для анализа изображений и видеоматериалов, моделирования распространения видов, построения филогенетических моделей и интеграции различных типов биологических данных. При этом перспективным направлением является объединение данных изображений, аудио, текста и ДНК в единой аналитической системе.

Для стран Центральной Азии данное направление имеет особое значение в связи с изменением климата, дефицитом водных ресурсов, деградацией земель и необходимостью сохранения биологического разнообразия.

Цель и задачи исследования

Цель исследования — проанализировать современные информационные технологии и методы искусственного интеллекта в биоинформатике и определить перспективы их использования для биологического и экологического мониторинга.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: рассмотреть роль информационных технологий в современной биоинформатике; охарактеризовать основные направления применения искусственного интеллекта при обработке биологических данных; рассмотреть возможности анализа геномных и экологических данных; определить перспективы применения технологии eDNA для мониторинга биоразнообразия; проанализировать возможности использования цифровых технологий для экологических задач Узбекистана; предложить концептуальную модель интеллектуального экологического мониторинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в форме аналитического обзора научной литературы и официальных информационных материалов.

При подготовке статьи были проанализированы публикации, посвящённые: биоинформатике; искусственному интеллекту; машинному и глубокому обучению; геномному анализу; экологической ДНК; мониторингу биоразнообразия; цифровому экологическому мониторингу; цифровизации сельского хозяйства; экологическим и климатическим проблемам Узбекистана.

Особое внимание уделялось современным публикациям 2024–2026 годов и официальным материалам международных организаций.

Информационные технологии как основа современной биоинформатики

Биоинформатика объединяет биологические науки с компьютерными технологиями. Её задачи можно условно представить в виде последовательной цепочки: Биологический объект, получение данных, цифровизация, хранение, компьютерный анализ, интерпретация и наконец биологический вывод.

На различных этапах используются разные информационные технологии.

Таблица 1.

Основные информационные технологии в биоинформатике

Технология	Основная функция	Пример применения
Базы данных	Хранение биологических данных	Геномные последовательности
Секвенирование	Получение последовательностей ДНК/РНК	Геномный анализ
Python/R	Обработка и статистический анализ	Анализ геномных данных
BLAST	Сравнение последовательностей	Идентификация последовательностей
Машинное обучение	Выявление закономерностей	Классификация биологических объектов
Deep Learning	Анализ сложных данных	Изображения, последовательности
GIS	Пространственный анализ	Распространение видов
Облачные технологии	Работа с большими массивами данных	Хранение и вычисления
eDNA	Получение информации о видах из среды	Экологический мониторинг
Дистанционное зондирование	Получение данных о состоянии территории	Растительность, водоёмы, деградация земель

Современная тенденция заключается не просто в использовании отдельных технологий, а в их интеграции.

Например: eDNA, плюс секвенирование, плюс биоинформатика, плюс GIS и плюс AI. Это может формировать принципиально новый подход к экологическому мониторингу.

Искусственный интеллект в современной биоинформатике

Искусственный интеллект представляет собой одно из наиболее быстро развивающихся направлений современной вычислительной биологии.

В биоинформатике используются следующие методы: машинное обучение (Machine Learning); глубокое обучение (Deep Learning); нейронные сети; обработка естественного языка; компьютерное зрение; генеративные модели, которые объясняет искусственный интеллект (Explainable AI, XAI²).

Современный обзор в Briefings in Bioinformatics отмечает применение ИИ к анализу ДНК, РНК и белковых последовательностей, прогнозированию структуры белков, функциональной аннотации и интеграции многомерных биологических данных.

² Explainable AI (XAI) — объяснимый искусственный интеллект; совокупность методов, направленных на повышение интерпретируемости результатов моделей искусственного интеллекта и понимание факторов, повлиявших на их решения.

Особое значение имеет анализ multi-omics данных, когда одновременно исследуются различные уровни биологической организации: геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика.

Использование алгоритмов машинного обучения позволяет искать закономерности, которые сложно обнаружить при традиционном статистическом анализе.

При этом ИИ не заменяет биолога. Качество результата зависит от качества исходных данных, правильности постановки задачи, выбора модели и биологической интерпретации результата.

Экологическая ДНК как новое направление биоинформатики

Одним из наиболее перспективных направлений, связывающих биоинформатику и экологию, является анализ environmental DNA³ (eDNA).

eDNA представляет собой генетический материал организмов, который может присутствовать в воде, почве, осадках или других компонентах окружающей среды.

Вместо непосредственного обнаружения животного или растения исследователь может взять образец окружающей среды и определить, какие организмы оставили в нём генетический материал.

Упрощённая схема выглядит следующим образом: Вода/почва, далее выделение ДНК, далее секвенирование, далее база данных, далее биоинформатический анализ, далее определение видов и наконец экологическая оценка.

Современные исследования рассматривают eDNA как перспективный инструмент оценки биоразнообразия и состояния экосистем. Технология позволяет выявлять редкие, инвазивные и трудно обнаруживаемые традиционными методами виды.

Важным направлением является eDNA-метабаркодинг, при котором одновременно анализируется генетический материал множества организмов.

Это особенно интересно для экологического мониторинга водных экосистем.

Исследования 2024 года подчёркивают необходимость стандартизации и автоматизации eDNA-мониторинга, включая современные методы отбора проб, секвенирования и биоинформатического анализа.

Искусственный интеллект и мониторинг биоразнообразия

Одним из главных преимуществ искусственного интеллекта является способность работать с большими и разнородными массивами данных.

Например, экологическая система может одновременно характеризоваться:

Температурой, влажностью, качеством воды, составом почвы, растительным покровом, количеством видов, генетическими данными, спутниковыми изображениями, акустическими сигналами, климатическими показателями.

Человек не всегда способен оперативно проанализировать такие массивы данных.

Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют создавать модели, которые выявляют взаимосвязи между параметрами окружающей среды и состоянием биологических сообществ.

³ Environmental DNA (eDNA) — экологическая ДНК; генетический материал организмов, присутствующий в образцах окружающей среды, включая воду, почву и донные отложения, который может использоваться для выявления и мониторинга биологических видов.

Исследование Nature Reviews Biodiversity 2025 года показывает, что ИИ может применяться для мониторинга популяций, моделирования распространения видов, построения филогенетических деревьев и интеграции различных типов экологических данных, включая изображения, видео, аудио и ДНК.

Таким образом, интеграция экологических, генетических и пространственных данных с технологиями искусственного интеллекта формирует основу для создания интеллектуальных систем экологического мониторинга.

Практическое значение для экологических проблем Узбекистана

Для Узбекистана применение цифровых технологий в биологии и экологии имеет практическое значение.

Ключевыми экологическими вызовами региона являются деградация земель, дефицит водных ресурсов, изменение климата, опустынивание, утрата биоразнообразия и экологические последствия кризиса Аральского моря, требующие развития устойчивого сельского хозяйства.

В 2024 году FAO представила Национальную программу действий по цифровизации сельского хозяйства Узбекистана. В рамках цифровой трансформации рассматриваются геопространственные лаборатории, интеллектуальные сенсоры, системы поддержки принятия решений, цифровая инвентаризация лесов и другие технологии.

Кроме того, в рамках проекта FOLUR в Узбекистане реализуются мероприятия, связанные с сохранением биоразнообразия, эффективным использованием земельных и водных ресурсов и предотвращением деградации экосистем. Среди территорий проекта указаны районы Каракалпакстана, Хорезмской и Кашкадарьинской областей.

Особенно важным является регион Аральского моря. В 2026 году государственные и международные структуры продолжили работу по сохранению и устойчивому управлению озёрами, водно-болотными угодьями и прибрежными экосистемами бассейна Аральского моря. Среди задач обозначены сохранение биоразнообразия, восстановление деградированных экосистем и повышение устойчивости природных ресурсов.

Это создаёт перспективное поле для применения биоинформатики.

Концептуальная модель интеллектуального экологического мониторинга

На основе рассмотренных технологий можно предложить следующую модель.

Этап 1. Сбор данных

Источниками информации могут быть образцы воды, почва, растительный материал, eDNA, метеорологические станции, IoT-сенсоры, спутниковые снимки, GIS ⁴, данные биологических наблюдений.

Этап 2. Цифровизация

Полученная информация переводится в стандартизированный цифровой формат.

Этап 3. Биоинформатический анализ

Проводится: обработка последовательностей, идентификация видов, анализ микробных сообществ, сравнение генетических данных, формирование баз данных.

Этап 4. Искусственный интеллект

⁴ геоинформационные системы (Geographic Information Systems, GIS)

Модели машинного обучения используются для классификации, обнаружения закономерностей, прогнозирования, выявления аномалий, оценки экологических рисков.

Этап 5. Пространственный анализ

GIS позволяет определить, где именно происходят изменения.

Этап 6. Поддержка принятия решений

Таким образом, интеграция биологических данных, информационных технологий, методов биоинформатики и искусственного интеллекта позволяет перейти от сбора и анализа данных к экологическому прогнозированию и научно обоснованной поддержке природоохранных решений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для Аральского региона перспективным является создание комплексной системы цифрового экологического мониторинга, объединяющей данные eDNA, результаты секвенирования, биоинформатический анализ, спутниковые наблюдения, GIS и климатические показатели. Интеграция этих данных с методами машинного обучения может способствовать оценке состояния биоразнообразия, выявлению деградации экосистем и прогнозированию экологических изменений. Такой подход позволяет перейти от периодического наблюдения к более комплексному цифровому мониторингу. Представленная модель является концептуальной и не основана на результатах авторского полевого исследования.

Проблемы и ограничения

Несмотря на значительный потенциал, внедрение ИИ и биоинформатики сопровождается рядом ограничений.

Во-первых, необходимо учитывать качество исходных данных. Результаты работы моделей ИИ зависят от качества и достоверности исходной информации, а систематические ошибки могут снижать точность получаемых результатов.

Во-вторых, важна стандартизация исследований. Для eDNA и геномных исследований необходимо стандартизировать процедуры отбора и хранения проб, секвенирования и биоинформатической обработки данных. Это обеспечивает сопоставимость результатов экологического мониторинга.

В-третьих, существует проблема интерпретируемости моделей ИИ. Некоторые модели глубокого обучения имеют сложную структуру, поэтому причины полученных прогнозов не всегда легко объяснить. Для научных и экологических исследований важно понимать не только результат, но и факторы, повлиявшие на него.

В-четвёртых, необходимы достаточные вычислительные ресурсы. Анализ геномных и метагеномных данных требует специализированного программного обеспечения, вычислительных мощностей и систем хранения больших объёмов информации.

В-пятых, важна подготовка квалифицированных специалистов. Эффективное применение биоинформатики требует сочетания знаний в области биологии, информационных технологий, статистики и методов искусственного интеллекта.

Перспективы развития

Перспективным направлением является интеграция IoT, GIS, eDNA, геномного секвенирования, облачных вычислений, машинного обучения и спутникового мониторинга в единую цифровую систему экологического мониторинга.

Особенно перспективным является использование ИИ для интеграции разнородных данных.

Например, система может одновременно анализировать:

Источник	Получаемая информация
eDNA	Какие организмы присутствуют
Секвенирование	Генетическая информация
GIS	Где расположены изменения
Спутник	Изменение растительного покрова
Сенсоры	Температура, влажность, вода
Климатические данные	Долговременные тенденции
AI	Выявление закономерностей и прогнозирование

Такой подход соответствует современному направлению развития экологического мониторинга, в котором eDNA рассматривается как инструмент получения масштабируемых данных о биоразнообразии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная биоинформатика формируется на пересечении биологии, информационных технологий, статистики и искусственного интеллекта. Рост объёмов геномных и экологических данных делает применение компьютерных методов необходимым условием эффективного проведения современных биологических исследований.

Искусственный интеллект расширяет возможности биоинформатики, обеспечивая анализ сложных и многомерных данных, автоматизацию классификации, поиск закономерностей и построение прогнозных моделей.

Особое значение имеет объединение биоинформатики с экологическими технологиями. Использование eDNA, высокопроизводительного секвенирования, баз данных, GIS, дистанционного зондирования и машинного обучения позволяет формировать новые подходы к мониторингу биоразнообразия и состояния экосистем.

Для Узбекистана данное направление имеет практическую перспективу в связи с задачами сохранения биоразнообразия, рационального использования водных и земельных ресурсов, устойчивого сельского хозяйства, адаптации к изменению климата и восстановления деградированных экосистем, в том числе в регионе Аральского моря. Национальные и международные программы цифровизации сельского хозяйства и экологического управления уже создают основу для дальнейшего развития подобных технологий.

Таким образом, информационные технологии и искусственный интеллект могут рассматриваться не только как инструменты обработки биологических данных, но и как технологическая основа нового поколения экологического мониторинга и управления биоразнообразием.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна заключается в систематизации современных направлений применения информационных технологий и искусственного интеллекта в биоинформатике с акцентом на интеграцию генетических, пространственных, сенсорных и экологических данных.

Практическая значимость работы заключается в систематизации современных подходов к интеллектуальному экологическому мониторингу и предложении концептуальной модели, объединяющей eDNA, биоинформатический анализ, GIS, дистанционное зондирование и методы искусственного интеллекта. Данная модель рассматривается как перспективное направление для дальнейших исследований биоразнообразия и состояния экосистем Центральной Азии и требует последующей экспериментальной и полевой валидации.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Jiang J., Li Y., Cao S., et al. Artificial intelligence in bioinformatics: a survey. *Briefings in Bioinformatics*. 2025;26(6):bbaf576. DOI: 10.1093/bib/bbaf576.
- [2]. Olawade D.B., Kade A., Egbon E., et al. Bioinformatics and artificial intelligence in genomic data analysis: current advances and future directions. *Molecular Genetics and Genomics*. 2025;300:111. DOI: 10.1007/s00438-025-02314-x.
- [3]. National Human Genome Research Institute. Bioinformatics. Talking Glossary of Genetic Terms. National Institutes of Health. NHGRI — Bioinformatics
- [4]. Gualdi F., et al. How did we get there? AI applications to biological networks and sequences. *Computers in Biology and Medicine*. 2025. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2025.110064.
- [5]. Budhkar A., Song Q., Su J., Zhang X. Demystifying the black box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI) in bioinformatics. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2025;27:346–359. DOI: 10.1016/j.csbj.2024.12.027.
- [6]. Karim M.R., Islam T., Shajalal M., et al. Explainable AI for Bioinformatics: Methods, Tools and Applications. *Briefings in Bioinformatics*. 2023;24(5):bbad236. DOI: 10.1093/bib/bbad236.
- [7]. Blackman R., Couton M., Keck F., et al. Environmental DNA: The next chapter. *Molecular Ecology*. 2024;33(11):e17355. DOI: 10.1111/mec.17355.
- [8]. Lu S., Zeng H., Xiong F., et al. Advances in environmental DNA monitoring: standardization, automation, and emerging technologies in aquatic ecosystems. *Science China Life Sciences*. 2024;67(7):1368–1384. DOI: 10.1007/s11427-023-2493-5.
- [9]. Zhang M., Zou Y., Xiao S., Hou J. Environmental DNA metabarcoding serves as a promising method for aquatic species monitoring and management: A review focused on its workflow, applications, challenges and prospects. *Marine Pollution Bulletin*. 2023;194:115430. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2023.115430.
- [10]. Pollock L.J., Kitzes J., Beery S., et al. Harnessing artificial intelligence to fill global shortfalls in biodiversity knowledge. *Nature Reviews Biodiversity*. 2025;1:166–182. DOI: 10.1038/s44358-025-00022-3.
- [11]. Sheraliev B., Peng Z. Molecular diversity of Uzbekistan's fishes assessed with DNA barcoding. *Scientific Reports*. 2021;11:16894. DOI: 10.1038/s41598-021-96487-1.
- [12]. Mustafina F.U., Jamalova D.N., Turdiev D.E., et al. Assessing the effectiveness of barcoding for conservation of rare plant species in the Republic of Uzbekistan. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*. 2022;164(3):408–437. DOI: 10.26907/2542-064X.2022.3.408-437.

[13]. Abdullaev A.A., Salakhutdinov I.B., Egamberdiev Sh.S., et al. Genetic diversity, linkage disequilibrium, and association mapping analyses of *Gossypium barbadense* L. germplasm. PLoS ONE. 2017;12(11):e0188125. DOI: 10.1371/journal.pone.0188125.

[14]. Kushanov F.N., He S., Patel J. Editorial: Plant biodiversity and genetic resources: their utilization for crop improvement. Frontiers in Genetics. 2024;15:1513972. DOI: 10.3389/fgene.2024.1513972.

[15]. National Committee for Ecology and Climate Change of the Republic of Uzbekistan. Uzbekistan Launches the Unified ECODATA Platform for Biodiversity Data Management. 28 July 2026.

[16]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO presents the National Programme of Action for the Digitalization of Agriculture in Uzbekistan. 20 February 2024.

МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДРА ¹⁸²W.

П. Н. Усманов ¹, М. Ж. Коржавов ²

¹ Наманганский государственный технический университет, 160103 Наманган,

² Каришский государственный технический университет,

Кариш, 180100 Узбекистан

*e-mail: mkorj1965@gmail.com

Аннотация. В работе исследованы магнитные характеристики возбужденных состояний ядра положительной четности в рамках феноменологической модели. С использованием волновых функций, полученных в предыдущих исследованиях, рассчитаны приведенные вероятности M1-переходов и другие магнитные характеристики. Проанализировано влияние уровней гамма- и бета-полос на магнитные свойства низколежащих состояний. Рассчитаны коэффициенты смешивания мультиполей для переходов из состояний гамма- и бета-полос и проведено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными.

Ключевые слова: возбужденные состояния ядра, магнитные характеристики, M1-переходы, смешивание мультиполей, гамма-полоса, бета-полоса, ротационные состояния, феноменологическая модель.

Annotatsiya. Ushbu ishda yadroning uygʻongan musbat juftlikli holatlarining magnit xususiyatlari fenomenologik model doirasida oʻrganilgan. Oldingi tadqiqotlarda olingan toʻlqin funksiyalaridan foydalanib, M1 oʻtishlarining keltirilgan ehtimolliklari va boshqa magnit xarakteristikalar hisoblangan. Past joylashgan holatlarning magnit xususiyatlariga gamma va beta polosalari sathlarining taʼsiri tahlil qilingan. Gamma va beta polosalaridan oʻtishlar uchun multipol aralashish koeffitsiyentlari hisoblanib, olingan natijalar mavjud eksperimental maʼlumotlar bilan taqqoslangan.

Kalit soʻzlar: yadroning uygʻongan holatlari, magnit xususiyatlar, M1 oʻtishlar, multipol aralashish, gamma polosasi, beta polosasi, rotatsion holatlar, fenomenologik model.

Abstract. This study investigates the magnetic properties of excited nuclear states with positive parity within a phenomenological model. Using wave functions obtained in previous studies, the reduced probabilities of $M1$ transitions and other magnetic characteristics were calculated. The influence of gamma- and beta-band levels on the magnetic properties of low-lying states was analyzed. Multipole mixing coefficients for transitions from the gamma- and beta-band states were calculated and compared with available experimental data.

Keywords: excited nuclear states, magnetic properties, $M1$ transitions, multipole mixing, gamma band, beta band, rotational states, phenomenological model.

ВВЕДЕНИЕ

В работах [1,2] нами в рамках феноменологической модели [3-5], исследованы энергетические и электрические характеристики состояний положительной четности ядер $^{182,184}\text{W}$. При этом учитывалось кориолисово смешивание состояний низколежащих ротационных полос с полосами, имеющими квантовую характеристику $K^\pi = 1^+$. Вычислены энергия, структура состояний основной, γ - и β -полос. Рассчитанные значения энергии, вероятностей внутриволосных, межволосных $E2$ — переходов и их отношений из уровней γ — вибрационной полосы сравнивались с экспериментальными данными.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящей работе мы продолжали изучение свойств ротационных состояний ядра ^{182}W . Используя волновые функции, полученные в [1,2], мы рассчитали приведенные вероятности $M1$ -переходов и другие магнитные характеристики возбужденных состояний положительной четности. В частности, изучали влияние уровней $K^\pi = 1^+$ полос на магнитные характеристики низколежащих состояний.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице представлены вычисленные значения коэффициентов смеси мультиполей δ для переходов из состояний γ - и β -полос, которые сравниваются с экспериментальными данным [6,7].

Таблица.

Коэффициенты смеси мультиполей δ для переходов из состояний гамма и бета полос ^{182}W .

$I_i K_i$	$I_f K_f$	$E_i, \text{ MeV}$	$E_f, \text{ MeV}$	$\delta [6]_{exp.}$	$\delta [7]_{exp.}$	$\Delta theor.$
2^+2_1	2^+0_1	1,221	1,121	30^{+6}_{-4}	21^{+92}_{-9}	5,3
3^+2_1	2^+0_1	1,3311	1,231	-33^{+6}_{-9}	-72^{+28}_{-1204}	6,7
3^+2_1	4^+0_1	1,3311	1,0017	-8.9^{+21}_{-18}	$>+22, < -35$	4,8
3^+2_1	2^+2_1	1,3311	0,1001	-	-	0,53
4^+2_1	4^+0_1	1,4428	1,1134	$+5.6^{+13}_{-10}$	4.7^{+6}_{-5}	2,4
5^+2_1	4^+0_1	1,6235	1,2941	$>3, 0<$	$>+30, < -60$	5,1
5^+2_1	6^+0_1	1,6235	0,9431	-	-	3,2
5^+2_1	4^+2_1	1,6235	0,1133	$+0,36(1)$	$+0,36(3)$	$+0,35$
6^+2_1	6^+0_1	1,769	1,0886	$0,4 (2)$	-	1,6
8^+2_1	8^+0_1	2,180	1,0357	-	-	1,2
		1,2574	1,1573			-4,5

2^+0_2 4^+0_2	2^+0_1 4^+0_1	1,5102	1,1808	-9_{-6}^{+3} -2.8 (10)	- -	-9,9
----------------------	----------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	------

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе исследованы магнитные характеристики возбужденных состояний ядра положительной четности в рамках феноменологической модели. На основе ранее полученных волновых функций рассчитаны приведенные вероятности М1-переходов и другие магнитные характеристики возбужденных состояний. Проанализировано влияние уровней гамма- и бета-полос на магнитные свойства низколежащих состояний. Также рассчитаны коэффициенты смешивания мультиполей для переходов из состояний гамма- и бета-полос. Полученные расчетные результаты сопоставлены с имеющимися экспериментальными данными, что позволяет оценить особенности магнитных свойств рассматриваемых возбужденных состояний ядра.

ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Усманов П.Н., Юсупов Э.К., Коржавов М.Ж. // УФЖ. 2025. т.27. № 4.
- [2] Усманов П.Н., Изосимов И.Н., Юсупов Э.К., Коржавов М.Ж. // Изв. РАН. 2026. т.90. № 6.
- [3] Usmanov P. N., Mikhailov I. N. // Phys. Part. Nucl. 1997. V. 28. No 4. P. 348.
<https://doi.org/10.1134/1.953044>.
- [4] Usmanov P. N., Vdovin A. I., Yusupov E. K., Salikhbaev U. S. // Phys. Part. Nucl. Letters. 2019. V. 19. No 6. P. 706. <https://doi.org/10.1134/S1547477119060530>.
- [5] Usmanov P. N., Vdovin A. I., Yusupov E. K. Bull. Russ. Acad. Sci.: Phys. 2020. V. 84. No 8. P. 968. <https://doi.org/10.3103/S1062873820080298>.
- [6] Coral M. Baglin // Nucl. Data Sheets, 2010. V. 111 P. 275.
<https://doi.org/10.1016/j.nds.2010.01.001>
- [7] Spanhoff R., Canty M.J., Postma H., Mennenga G. // Phys. Rev C. 1980. V.21. p.361 contact us.

THE IMPORTANCE OF FISH IN THE WATER BODIES OF THE KASHKADARYA RIVER BASIN

Ubaydullaev Otabek Xayrullo ugli

Independent researcher, Karshi State University
Assistant, University of Economics and Pedagogy

Annotation. The article analyzes morphometric, biological, and nutritional characteristics of economically important fish species distributed in the Kashkadarya River basin. Materials were collected in 2022–2025 in the Kashkadarya basin, including Pachkamar and Chimkurgan reservoirs and river sections, during route surveys covering more than 250 km. Approximately 300 fish specimens were examined for body weight, length, body height and circumference, head dimensions, Fulton condition factor, Quality index, and Fleshy index. Morphometric differences were identified

among *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*, and *S. lucioperca*. *H. nobilis* showed high body weight, length, circumference, and fleshy index values.

Key words: Kashkadarya River; ichthyofauna; fish; morphometric characteristics; Fulton condition factor; condition index; meat quality; nutritional value; fisheries.

Аннотация. В статье проанализированы морфометрические, биологические и пищевые показатели экономически значимых видов рыб, распространённых в водоёмах бассейна реки Кашкадарья. Материалы исследования собраны в 2022–2025 годах в бассейне реки Кашкадарья, включая Пачкамарское и Чимкурганское водохранилища и участки реки, в ходе маршрутных исследований протяжённостью более 250 км. На основе около 300 образцов рыб оценены масса тела, длина, высота и обхват тела, размеры головы, коэффициент упитанности Фултона, *Quality index* и *Fleshy index*. Выявлены морфометрические различия между видами *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella* и *S. lucioperca*. *H. nobilis* показал высокие значения массы тела, длины, обхвата тела и индекса мясистойности.

Ключевые слова: река Кашкадарья; ихтиофауна; рыбы; морфометрические показатели; коэффициент Фултона; индекс упитанности; качество мяса; пищевая ценность; рыбное хозяйство.

Annotatsiya. Ushbu maqolada Qashqadaryo daryosi suv havzalarida tarqalgan iqtisodiy ahamiyatga ega baliq turlarining morfometrik, biologik va oziqaviy ko'rsatkichlari tahlil qilingan. Tadqiqot materiallari 2022–2025-yillarda Qashqadaryo daryosi havzasining Pachkamar va Chimqo'rg'on suv omborlari hamda daryo uchastkalaridan, 250 km dan ortiq marshrut tadqiqotlari davomida to'plangan. 300 ga yaqin baliq namunasi asosida tana massasi, uzunligi, tana balandligi, tana aylanasi, bosh o'lchamlari, Fulton holat koeffitsiyenti, *Quality index* va *Fleshy index* ko'rsatkichlari baholangan. *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella* va *S. lucioperca* turlari o'rtasida morfometrik farqlar aniqlangan. *H. nobilis* tana massasi, uzunligi, tana aylanasi va go'shtdorlik indeksi bo'yicha yuqori natijalarni ko'rsatgan.

Kalit so'zlar: Qashqadaryo daryosi; ixtiofauna; baliqlar; morfometrik ko'rsatkichlar; Fulton koeffitsiyenti; holat indeksi; go'sht sifati; oziqaviy qiymat; baliqchilik.

INTRODUCTION

The Kashkadarya River basin is one of the important natural aquatic ecosystems in southern Uzbekistan and plays a significant role in supplying the local population with fish products and in developing inland fisheries. Fish morphometric characteristics, particularly body length, body weight, length–weight relationships, and condition indices, are important biological indicators for assessing the biological status of aquatic ecosystems and the growth characteristics of fish populations. These parameters make it possible to characterize fish growth rates, body structure, feeding status, and physiological condition, as well as to comparatively assess the overall condition of populations [1; 2; 3].

This study examined the principal morphometric characteristics of the economically important fish species *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*, and *S. lucioperca* captured in the Kashkadarya River basin. The results revealed pronounced differences among species in body structure, growth intensity, and economic importance.

MATERIALS AND METHODS

Materials for studying the ichthyofauna, ecology, and significance of the water bodies of the Kashkadarya River basin were collected during 2022–2025. Field sampling was conducted primarily during expeditions to the Pachkamar and Chimkurgan reservoirs and other water bodies of the Kashkadarya River basin, with route surveys covering more than 250 km (Figure 1).

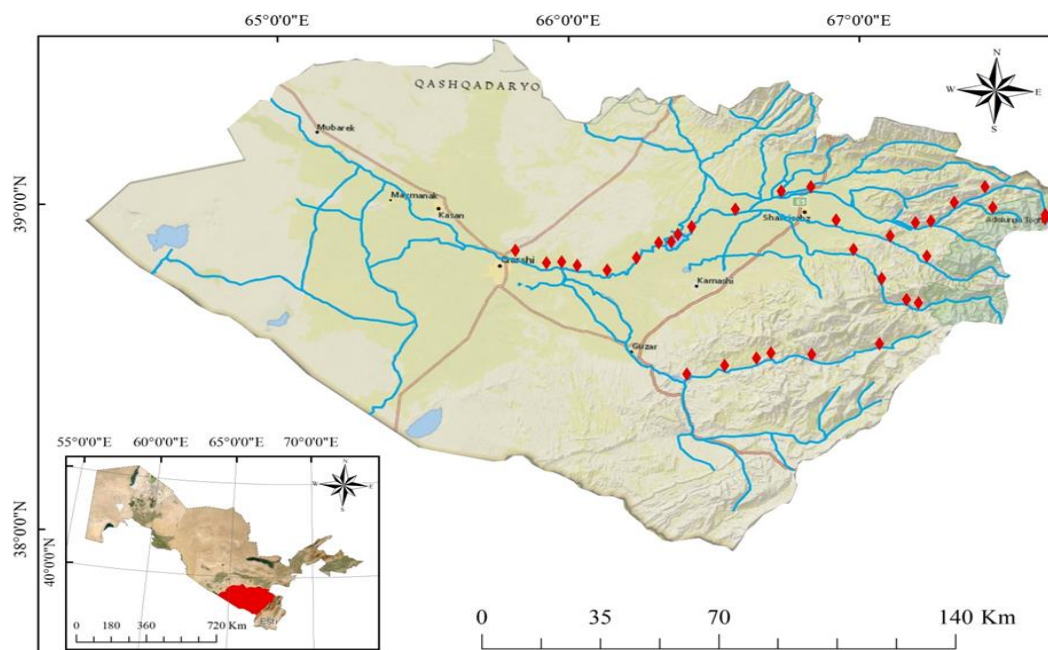


Figure 1. Sampling sites for ichthyological materials.

Various fishing gears were used to collect ichthyological material. In reservoirs, gill nets with mesh sizes of 15–70 mm and lengths of 25–50 m, as well as seine nets, were used. Small-mesh dip nets were employed for collecting juvenile fish, while seine nets and hooks were used in river sections. In addition, fish specimens caught by local fishermen were also examined [4; 5].

Approximately 300 specimens were examined. Fish morphometric parameters were determined under field conditions, whereas small, non-commercially important specimens were fixed in 4% formalin and subsequently examined in the laboratory using generally accepted methods [6].

For morphometric characteristics such as body mass, body length, body height, and body circumference, the arithmetic mean and its error were calculated using the following formulas:

$$M = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (1)$$

Where:

M – arithmetic mean of the measured characteristic,

$\sum$ – summation symbol,

$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$ – individual values of the measured characteristic,

n – number of observations.

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (2)$$

Where:

m – error of the arithmetic mean,

σ – standard deviation,

n – number of observations.

The Fulton condition factor (K) was calculated as follows:

$$K = (100 \times W) / L^3 \quad (3)$$

Where: K – fish condition factor; W – body mass (g); L – total body length (cm).

RESULTS AND DISCUSSION

Body weight is one of the principal parameters reflecting the capacity of fish to accumulate biomass. According to the study results, the highest body weight was recorded in *H. nobilis* (810 ± 14.3 g), followed by *C. idella* (790 ± 12.4 g), *S. glanis* (760 ± 8.71 g), and *H. molitrix* (730 ± 11.6 g). In contrast, body weight was comparatively lower in *C. carpio* (580 ± 9 g) and *S. lucioperca* (560 ± 7.2 g).

These results can be explained by biological differences among the species. *H. nobilis* and *C. idella* are naturally fast-growing fish that can accumulate substantial biomass within a relatively short period under conditions of adequate food availability. This makes them economically important species for fisheries. In particular, the formation of relatively high body mass through natural food resources under riverine conditions may indicate their adaptation to the Kashkadarya basin.

A similar trend was observed for body length. The greatest body length was recorded in *H. nobilis* (46.3 ± 0.87 cm), followed by *C. idella* (45.1 ± 0.72 cm), *H. molitrix* (44.2 ± 0.83 cm), and *S. glanis* (42.8 ± 1.2 cm). The shortest body length was observed in *S. lucioperca* (34.7 ± 0.83 cm).

The correspondence between body length and body weight may indicate normal ontogenetic development. In particular, a proportional increase in body weight with increasing body length may suggest that food resources in the Kashkadarya River are sufficient to support the growth of these species.

Body circumference is also an important parameter for assessing body condition and muscular development in fish. The highest value for this parameter was again recorded in *H. nobilis* (30.09 ± 0.72 cm). The body of this species was found to be considerably deeper and more robust than that of the other species. A greater body circumference generally reflects well-developed muscle and adipose tissues; therefore, this species may have a relatively high proportion of boneless edible flesh.

H. molitrix (27.40 ± 0.63 cm) and *C. idella* (25.25 ± 0.68 cm) also exhibited relatively high body circumference values. In *S. lucioperca*, body circumference was the lowest (16.65 ± 0.29 cm). However, because this species naturally has an elongated and relatively slender body shape, this value can be regarded as biologically consistent with its morphology.

Head length and head height are important morphological characteristics describing fish feeding biology. According to the study results, the greatest head length was recorded in *H. nobilis*

(14.35 ± 0.22 cm), whereas the smallest was observed in *C. carpio* (8.76 ± 0.15 cm). A similar pattern was observed for head height.

This pattern may reflect the development of a head apparatus adapted to filter feeding. A larger head size is associated with a more extensive branchial apparatus and a developed filtration surface, which can facilitate efficient utilization of natural plankton resources.

H. nobilis also showed the highest body height (14.12 ± 0.18 cm). Its body is deeper than those of the other species, indicating well-developed muscular mass. Although body height was lower in *S. glanis* and *S. lucioperca*, their elongated body form represents a morphological characteristic associated with an active predatory lifestyle.

The condition index is one of the important indicators used to assess feeding efficiency and the general physical condition of fish. The Fulton condition factor, one of the most widely used approaches for expressing condition, was calculated. The highest values were recorded for *S. lucioperca* (1.34) and *C. carpio* (1.19). These results suggest that pike-perch and common carp were well nourished under natural conditions and had relatively high body condition.

In contrast, the index was comparatively lower in *H. nobilis* (0.90 ± 0.025) and *H. molitrix* (0.94 ± 0.026). However, this does not necessarily indicate poor feeding. Because these species have relatively elongated and large bodies, their condition factor may naturally be lower.

The highest value for the Quality index, which characterizes meat quality, was recorded in *S. lucioperca* (2.08). The meat of pike-perch is characterized in the study as low in fat, white in color, and fine-fibered, with high consumer demand; therefore, this result is consistent with its high market value.

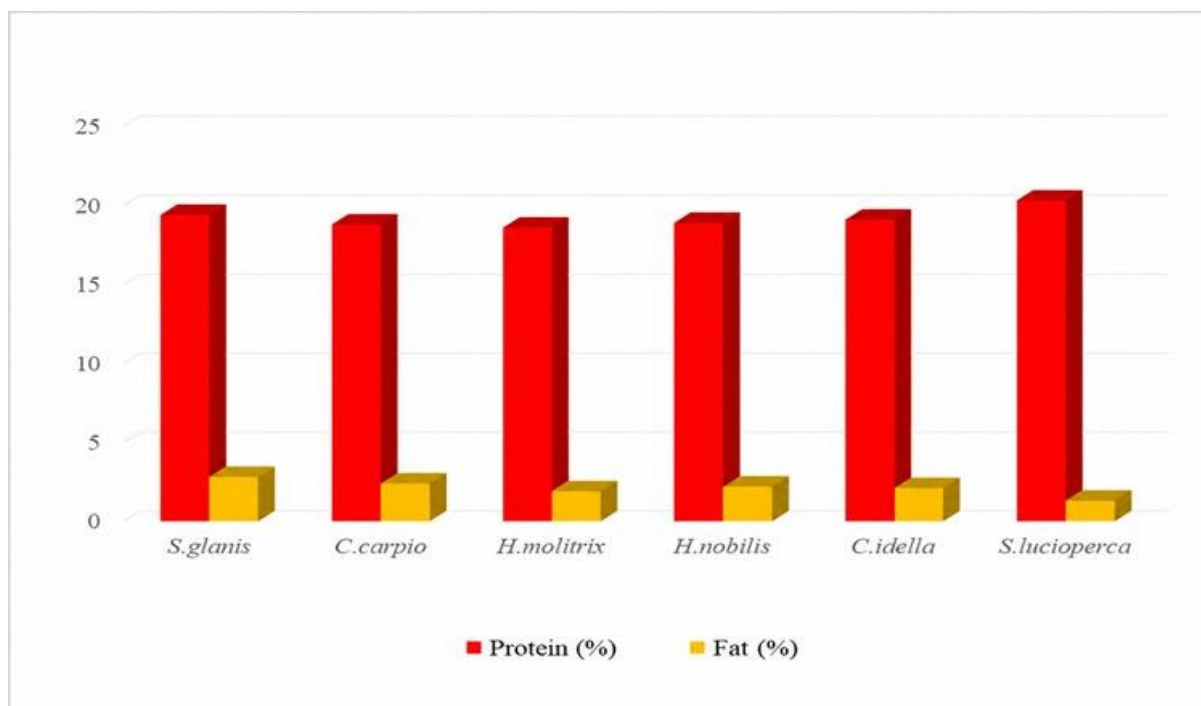


Figure 2. Meat composition of selected economically important fish species.

For the Fleshy index, *H. nobilis* showed the highest value (0.31). This indicates well-developed muscle tissue and a relatively high proportion of edible material. It was followed by *S.*

lucioperca (0.27) and *H. molitrix* (0.26). These findings indicate that these species may be promising for fish-processing applications.

Analysis of the meat composition of fish species caught in the Kashkadarya River demonstrated their high nutritional and economic value. According to the study results, protein content in all species ranged from 18.5 to 20.5%, with the highest value recorded in *S. lucioperca*. This indicates the high biological value of pike-perch meat and its potential as a dietary food product. Fat content ranged from 1.5 to 3.0%, with the highest value recorded in *S. glanis* and the lowest in *S. lucioperca*. The relatively higher fat content of *S. glanis* increases its energy value, whereas the low-fat, protein-rich meat of *S. lucioperca* is characterized in the study as a high-quality food product.

The balanced protein and fat content observed in *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. carpio*, and *C. idella* indicates their high nutritional value. Overall, the findings confirm that fish from the Kashkadarya River represent a source of high-quality protein and have important economic significance for supporting food security and developing fisheries in the region.

CONCLUSION

As a result of studies conducted in the water bodies of the Kashkadarya River basin during 2022–2025, the morphometric, condition, and nutritional characteristics of the economically important species *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*, and *S. lucioperca* were examined. The surveys covered more than 250 km of routes, and approximately 300 fish specimens were analyzed. *H. nobilis* demonstrated high values for body weight, body length, body circumference, and the Fleishy index. *S. lucioperca* showed high values for the Fulton condition factor and meat quality. Protein content in fish meat ranged from 18.5 to 20.5%, whereas fat content ranged from 1.5 to 3.0%.

Overall, the results demonstrate that fish species in the Kashkadarya basin differ in their biological characteristics, nutritional value, and economic importance. The obtained data provide an important scientific basis for assessing the fisheries potential of the basin and for its effective utilization.

REFERENCES

- [1] Bolger T., Connolly P. L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition // *Journal of Fish Biology*. — 1989. — Vol. 34, No. 2. — P. 171–182. — DOI: 10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x.
- [2] Azamov O., Khalimov S., Gulomov S., Komilova D., Kayumova Y., Rakhmonov M., Abdulatipova S., Gafurova O., Komilova K., Asrolova M., Urmonova D., Sheraliev B. Length-weight relationships and condition factor of 30 species from the Upper Syr Darya drainage, Uzbekistan // *Turkish Journal of Zoology*. — 2024. — Vol. 48, No. 7. — P. 685–691. — DOI: 10.55730/1300-0179.3206.
- [3] Froese R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations // *Journal of Applied Ichthyology*. — 2006. — Vol. 22, No. 4. — P. 241–253. — DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.
- [4] Қуватов А.Қ. Чирчиқ дарёси сув ҳавзаларининг ихтиофаунаси: биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. – Тошкент, 2022. – 142 б.
- [5] Атамуратова М.Ш. Оҳангарон дарёси сув ҳавзаларининг ихтиофаунаси: биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. – Тошкент, 2021. – 112 б.

[6] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 б.

LALMIKOR SHAROITDA TURLI EKISH MUDDATLARDA O‘STIRILGAN QATTIQ BUG‘DOY NAVLARINING O‘SISHI VA RIVOJLANISHI

Qarshiyev Alisher Eshmamatovich¹

¹Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: aliqarshiyev1978@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada lalmikorlik sharoitida ekish muddatlarini qattiq bug‘doy navlarining rivojlanish fazalari kabi tadqiqot natijalari berilgan. Unda navlarning ekish muddatlariga bog‘liq xolda o‘shish va rivojlanish faoliyati o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: Qattiq bug‘doy, ekish muddati, unib chiqish, naychalash, unib chiqish-boshqalash, boshqalash-to‘liq pishish, unib chiqish-to‘liq pishish

Аннотация. В статье приведены результаты исследований сроков посева в условиях сухого земледелия, а также фаз развития сортов пшеницы твердых сортов. Изучена активность роста и развития сортов в зависимости от срока посева.

Ключевые слова: Твёрдой пшеницы, сроки посева, всходы, клубнеобразование, всходы-колошение, колошение-доспевание, всходы-полносозревание

Abstract: The article presents the results of studies of sowing dates in dry farming conditions, as well as the development phases of durum wheat varieties. The activity of growth and development of varieties depending on the sowing period was studied.

Keywords: Durum wheat, sowing dates, shoots, tuberization, shoots-earing, heading-ripening, shoots-full maturation

KIRISH

Qattiq bug‘doy – bu issiq va quruq iqlim ekinidir. Qattiq bug‘doy eng muhim donli ekinlardan biri bo‘lib, dunyo bo‘yicha qariyb 17 mln. gektardan ortiq maydonda 38,1 mln. tonna qattiq bug‘doy doni yetishtiriladi [1]. Dunyoda makaron va qandolat sanoatining eng muhim xomashyosi bo‘lgan qattiq bug‘doy (*Triticum durum*) don hosilini yetishtirishga talab kundan kunga oshib borishini hisobga olib lalmikor yerlardan samarali foydalanishga katta e‘tibor berilmoqda. Hozirgi kunda oziq-ovqat xavfsizligini yanada mustahkamlash hamda aholini makaron va qandolat mahsulotlariga bo‘lgan ehtiyojini qondirishda qattiq bug‘doydan sifatli don yetishtirish o‘ta dolzarb masalalardan biri bo‘lib, uni parvarishlash agrotexnologiyalarini takomillashtirib borish bo‘yicha olib boriladigan tadqiqotlar muhim ahamiyatga ega.

Mamlakatimizda qattiq bug‘doy 4,0 ming ga maydonga ekilib, asosan Qashqadaryo, Jizzax va Samarqand viloyatlarida ko‘proq ekiladi. Qattiq bug‘doyning qulay ekish muddati va meyorlarini aniqlash hamda uni yetishtirishning muhim agrotexnologik elementlarini takomillashtirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Lalmikor dehqonchilik rayonlarida bug‘doy, aytib o‘tilganidek, ikki muddatda kuzda va bahorda ekiladi. Kuzgi bug‘doy asosan oktabrdan boshlab ekilib, noyabrning ikkinchi yarmi va hatto

dekabrgacha ekiladi. Bahorgi bug‘doy diyarli hamma joyda fevral yoki martning birinchi yarmida sepiladi. Faqat tog‘li zonadagini ba‘zan apreldan oldin ekish imkoni bo‘lmaydi. Lalmikor rayonlarning asosiy ko‘pchiligida kuzgi va bahorgi bug‘doy ekish mavsumi o‘rtasidagi qishki tinch sovuq davr ko‘pincha yer qor ostida yotgan paytga to‘g‘ri keladi. Biroq, O‘zbekistonning janubiy qismida – Qashqadaryo va Surxandaryo viloyatlari xududlarida qish ancha issiq bo‘lishi sababli ko‘p yillar davomida bug‘doy ekish dekabr va yanvar oylarida ham to‘xtamaydi [4].

Lalmikor dehqonchilik ITI tajribalariga ko‘ra, kuzgi donli ekinlaridan yuqori hosil shakllantirish ekish muddatini optimallashtirish orqali boshqariladi [4,5].

Bug‘doy o‘simligining o‘sish va rivojlanishi juda ko‘p omillarga xususan navning irsiy xususiyatiga, haroratga, tuproq va havo namligiga, oziq moddalar, yog‘in-sochin miqdoriga, o‘simlikning kasallik hamda zararkunandalar bilan zararlanishiga, oziqlanish darajasiga, ekish muddati va meyorlariga bog‘liq bo‘ladi [6,7].

MATERIALLAR VA USULLAR

Biz dala tajribalarini Qashqadaryo viloyatining Yakkabog‘ tumanidagi «Yashin-yamin» fermer xo‘jaligi lalmikorlik sharoitida o‘tkazdik. Tajriba obyekti sifatida 1 oktabr, 21 oktabr, 11 noyabr va 1 dekabrda qattiq bug‘doyning «Mingchinor» navi gektariga 2,0; 2,5; 3,0 va 3,5 mln. dona unuvchan urug‘ meyorida ekildi. Dala tajribalari 4 qaytariqli hisobga olinadigan paykallarning kattaligi 50 m², 2 yarusli qilib joylashtirildi. Barg sathini hisoblashda V.Orlov uslubidan foydalanildi. Ekinlar fotosintetik potentsiali (EFK), fotosintez sof mahsuldorligi A.A.Nichiparovich, uslublari buyicha aniqlandi. Tajribada biometrik o‘lchash va fenologik kuzatishlar O‘zPITI [2] uslubi bo‘yicha olib borildi. Hosildorlik bo‘yicha olingan ma’lumotlarning dispersion tahlili B. A. Dospexov [3] usuli bo‘yicha aniqlandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Bizning tajribalarimizda qattiq bug‘doy rivojlanish fazalari va o‘suv davri davomiyligiga, ekish muddatlariga bog‘liq holda o‘zgardi.

1-jadval

Ekish muddatlarining qattiq bug‘doy navlari rivojlanish fazalari davomiyligiga ta’siri, kunlar (2017-2020 yy.)

Ekish muddati	Ekish-unib chiqish	Unib chiqish-tuplanish	Unib chiqish-naychash	Unib chiqish-boshqash	Boshqash-to‘liq pishish	Unib chiqish-to‘liq pishish
Javoxir						
1.10 (nazorat)	56	67	96	150	43	193
21.10	36	68	93	147	41	188
11.11	28	69	90	132	39	171
1.12	63	21	83	107	37	144
Mingchinor						
1.10 (nazorat)	56	68	97	152	44	196
21.10	37	69	94	149	41	190

11.11	28	70	91	134	39	173
1.12	64	22	84	109	37	146
Langar						
1.10 (nazorat)	57	69	98	154	44	198
21.10	37	70	95	151	41	192
11.11	28	71	92	136	39	175
1.12	64	23	85	111	37	148
Yoqut-2014						
1.10 (nazorat)	56	66	95	148	43	191
21.10	36	67	92	146	40	186
11.11	28	68	91	131	39	170
1.12	63	20	82	106	37	143

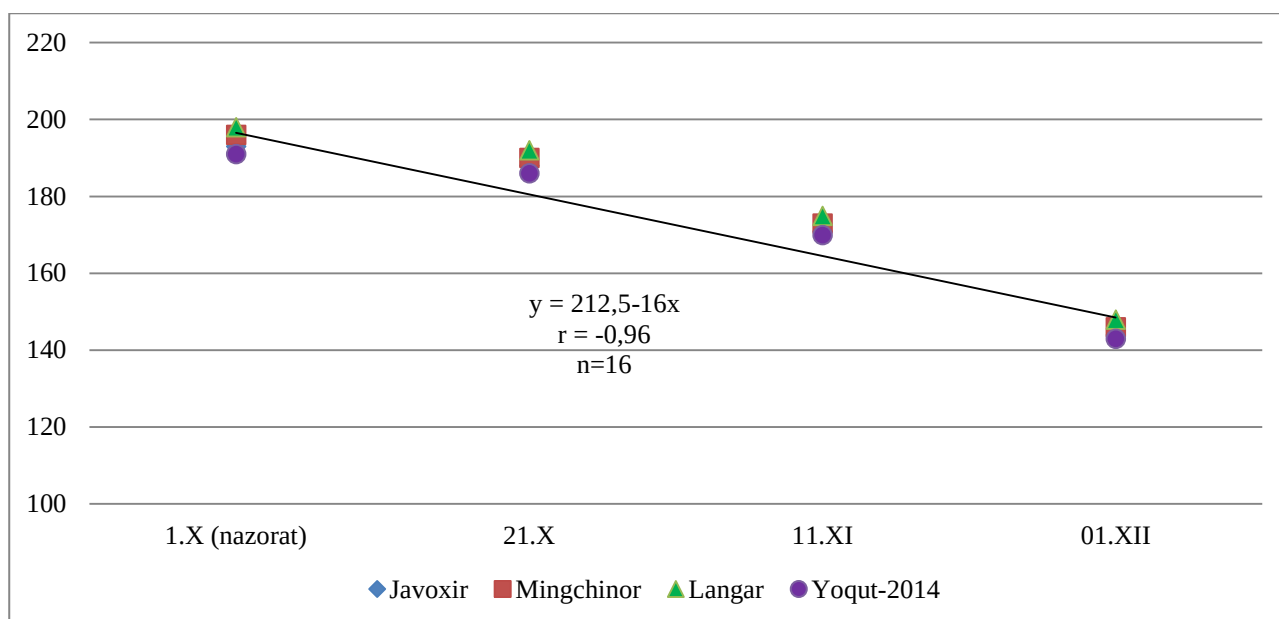
Qattiq bug‘doy navlarining o‘shish davriga ekishdan unib chiqishgacha bo‘lgan davr ham o‘z ta‘sirini ko‘rsatdi, bu davr davomiyligi bevosita haroratga, tuproq namligiga, urug‘larning ekish chuqurligiga bog‘liq bo‘ladi.

Tajribalarimizda 1 oktabr (nazorat)da ekilgan qattiq bug‘doyning Javoxir, Mingchinor va Yoqut-2014 navlarida ekish unub chiqish davri 56 kunni, Langar navida esa 57 kunni tashkil qildi. Qattiq bug‘doy navlari o‘rtasida ekish unib chiqish davrining davomiyligi o‘rtasidagi farq kuzatilmadi. Ammo 2017 yil kuzda oktabr va noyabr oylarida tushgan yog‘in miqdori ko‘p yillikga nisbatan kam bo‘lganligi, tuproqdagi namlik urug‘larning unib chiqishi uchun yetarli bo‘lmaganligi bois 2018, 2019 yillarga nisbatan birmuncha kech unib chiqishi kuzatildi. Tadqiqotlar o‘tkazilgan yillarda qattiq bug‘doy navlarining urug‘larini ekish unib chiqish davri qisqa va qulay bo‘lgan 2018 yil hisoblanadi va bu 2019 yil hosiliga o‘zining ijobiy ta‘sirini ko‘rsatdi hamda mo‘l va sifatli hosil olindi.

Ekish muddatlari kechikishi bilan qattiq bug‘doy navlari ekish unib chiqish davri tuproqdagi namlik va haroratning pasayishi bilan bog‘liq bo‘lgan ya‘ni Chimqo‘rg‘on meteostansiyasi ma‘lumotlariga ko‘ra o‘rtacha ko‘p yillik yog‘ingarchilik miqdori oktabr oyida 14,6 mm, noyabrda 42,5 mm va dekabrda 25,4 mm ni tashkil etib, kuzgi birinchi yog‘ingarchiliklar oktabr oyining ikkinchi va uchinchi o‘n kunliklariga to‘g‘ri keladi. Bu esa albatta qattiq bug‘doy urug‘larining unib chiqishi, tuplashiga ijobiy ta‘sir etdi.

Tajribamizda qattiq bug‘doy navlari unib chiqish-tuplanish davri ekish muddatlariga (1.10 (nazorat); 21.10; 11.11; 1.12) bog‘liq holda 20 kundan 71 kungacha o‘zgardi. Ekish muddatlarining kechikishi bilan unib chiqish tuplanish davrining davomiyligi ortib bordi. Ekish 1 oktabr (nazorat)da o‘tkazilganda ekish-unib chiqishdan tuplanish fazasigacha bo‘lgan davr 56-69 kunni tashkil etgan bo‘lsa, 21 oktabrda 36-70 kun, 11 noyabrda ekilganda 28-71 kun, 1 dekabrda ekilganda 21-63 kunni tashkil etdi. Kech 11 noyabr va 1 dekabrda ekilgan paykallarda to‘la tuplanish bahorda kuzatildi (1-jadval).

Tajribamizda qattiq bug‘doy navlari kech 1 dekabr muddatida ekilganda urug‘larni to‘liq unib chiqishi bahorda kuzatildi va bu variantda unib chiqish-tuplanish davri bahorda 20-22 kunni tashkil etdi [8].



1-rasm. Qattiq bug‘doy navlari vegetatsiya davrining ekish muddatlariga bog‘liqligi

Unib chiqish-naychalash davrida fazaning boshlanishiga va davomiyligiga ekish muddatlari ta’sir ko‘rsatdi. Eng uzun unib chiqish naychalash davri Langar navida, 1 oktabr (nazorat)da ekilganda kuzatildi va 98 kunni tashkil etdi. Bu davrda o‘simliklarni qishki tinim davriga kirganligi uchun boshqa fazalarda hamda davrlarga nisbatan uzun bo‘lgan. Barcha navlarda unib chiqish-naychalash davri ekish muddatlarining kechikishi bilan qisqarib bordi. Shunday qonuniyat rivojlanish fazalarining boshqa davrlarida ham kuzatilgan.

Qattiq bug‘doy navlari vegetatsiya davri va ekish muddatlari o‘rtasida yo‘nalishiga teskari, ifodalanishiga ko‘ra to‘g‘ri chiziqli bog‘liqlik kuzatildi. Bunda bog‘liqlikning regressiya tenglamasi $y = 212,5 - 16x$ ga bo‘ysunib, korrelyatsiya koeffitsiyenti $r = -0,96$ ga tengligi aniqlandi.

Statistik tahlil natijalariga tayangan holda xulosa qilib aytganda, qattiq bug‘doy navlarini ekish muddati kechiktirilishi bilan ularning vegetatsiya davri qisqarib boradi va bu hodisaning sodir bo‘lish ehtimoli yuqori ($R^2=0,92$), ya’ni 100 ta holatdan 92 holatda ushbu hodisa sodir bo‘lishi aniqlandi (1-rasm).

XULOSA

Qashqadaryo viloyati lalmikorlikning qir-adirlik mintaqasida ekish muddatlarining kechikib borishi bilan qattiq bug‘doy yangi navlarining o‘suv davri qisqarib borishi kuzatildi. Shuningdek tajribalarimizda o‘rganilgan Langar navining o‘suv davri eng uzun 198 kun, Yoqut-2014 naviniki eng qisqa 191 kun ekanligi va Mingchinor navida ham ekish muddatlarining kechikishi hamda ekish meyorlarining oshib borishi bilan o‘suv davri qisqarib borishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] <http://www.fao.org> 2020.
- [2] Дала тажрибаларини ўтказиш услублари. Услубий қўлланма. ЎзПИТИ–Т.2007. - Б.146.
- [3] Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.Колос, 1985, 317 б.
- [4] Лавронов Г.А., Ковалева Е.П. Влияние условий выращивания на качество зерна пшеницы. В. Ка: Вопросы биологии, селекции, семеноводства и агротехники зерновых, зернобобовых культур. Ташкент-1972. –С. 362-371.

[5] Сиддиқов Р., Тулепов С. Ғаллани мақбул муддатда экиш мўл ҳосил етиштириш гаровидир // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. -Тошкент, 2012. - № 7. -Б. 7-8.

[6] Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш. Пшеницы в средней Азии. –Ташкент, Фан., 1984. –Б. 134.

[7] Халилов Н., Қиличев А. Кузги бугдой ҳосили ва дон сифатининг шаклланиш хусусиятлари// Аграр фан хабарномаси.-Тошкент, -1 (31). -2008. –Б. 7-10.

[8] Каршиев А.Э., Бобомирзаев П.Х. Роль сорта, сроков и норм посева в технологии выращивания твёрдой пшеницы на богарах // журнал Актуальные проблемы современной науки, № 4, 2022, 44-47 стр.

BAKTERIAL KONYUNKTIVIT: ETIOLOGIYASI, KLINIK BELGILARI VA DAVOLASH USULLARI

Muminov Ilyosbek O‘rinboy o‘g‘li

Namangan davlar universiteti, Namangan, 160107, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada bakterial konyunktivitning etiologiyasi, patogenezi, klinik belgilari, tashxislash va davolash usullari adabiyotlar tahlili asosida yoritilgan. Bakterial konyunktivit — ko‘z shilliq pardasining eng ko‘p uchraydigan yallig‘lanish kasalliklaridan biri bo‘lib, u bolalar va kattalar amaliyotida oftalmologik murojaatlarning muhim qismini tashkil etadi. Maqolada zamonaviy adabiyot ma‘lumotlari umumlashtirilgan holda kasallikning tarqalishi, asosiy qo‘zg‘atuvchilari, differensial tashxis mezonlari hamda antibakterial terapiyaning samaradorligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: bakterial konyunktivit, konyunktiva, oftalmologiya, antibiotikoterapiya, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*.

Abstract: This article reviews the etiology, pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic approaches, and treatment methods of bacterial conjunctivitis based on an analysis of the relevant literature. Bacterial conjunctivitis is one of the most common inflammatory diseases of the ocular conjunctiva and accounts for a significant proportion of ophthalmological consultations in both pediatric and adult practice. The article summarizes data from contemporary literature and analyzes the prevalence of the disease, its major causative pathogens, differential diagnostic criteria, and the effectiveness of antibacterial therapy.

Keywords: bacterial conjunctivitis, conjunctiva, ophthalmology, antibiotic therapy, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*.

Аннотация: В данной статье рассматриваются этиология, патогенез, клинические проявления, методы диагностики и способы лечения бактериального конъюнктивита на основе анализа соответствующей научной литературы. Бактериальный конъюнктивит является одним из наиболее распространённых воспалительных заболеваний конъюнктивы глаза и составляет значительную долю офтальмологических обращений как в педиатрической, так и во взрослой практике. В статье обобщены данные современной научной литературы, проанализированы распространённость заболевания, основные

возбудители, критерии дифференциальной диагностики и эффективность антибактериальной терапии.

Ключевые слова: бактериальный конъюнктивит, конъюнктивит, офтальмология, антибактериальная терапия, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*.

KIRISH

Konyunktivit — ko'zning tashqi shilliq pardasi, ya'ni konyunktivaning yallig'lanish jarayoni bo'lib, oftalmologiyada eng ko'p uchraydigan patologiyalardan biri hisoblanadi. Konyunktivitning uch asosiy turi farqlanadi: bakterial, virusli va allergik. Ular orasida bakterial konyunktivit alohida ahamiyatga ega, chunki u yuqori yuqumlilik darajasiga ega bo'lib, tez orada oilaviy o'choqlarda, bolalar muassasalarida va jamoalarda tarqalish xavfini keltirib chiqaradi.

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti va turli mintaqaviy tadqiqotlar ma'lumotlariga ko'ra, bakterial konyunktivit birlamchi tibbiy yordamga murojaat qilgan bemorlarning muhim qismida uchraydi, ayniqsa maktabgacha va maktab yoshidagi bolalar orasida keng tarqalgan. Kasallikning asosiy qo'zg'atuvchilari qatoriga *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis* va, ayrim holatlarda, *Neisseria gonorrhoeae* va *Chlamydia trachomatis* kiradi. Yangi tug'ilgan chaqaloqlarda kasallikning alohida klinik shakli — oftalmiya neonatorum kuzatiladi, u ona tug'ruq yo'llaridagi infeksiya bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Bakterial konyunktivitning klinik ahamiyati nafaqat uning keng tarqalganligida, balki o'z vaqtida va noto'g'ri davolanmagan holatlarda keratit, ko'z shox pardasining chandiqlanishi va ko'rish qobiliyatining pasayishi kabi asoratlarga olib kelishi mumkinligida ham namoyon bo'ladi. Shu bilan birga, so'nggi yillarda antibiotiklarga rezistentlik muammosining kuchayishi klinitsyenlar oldida ratsional antibakterial terapiya tanlash borasida yangi vazifalarni qo'ymoqda.

Ushbu maqolaning maqsadi — bakterial konyunktivitning etiopatogenetik xususiyatlari, klinik kechishi, tashxislash mezonlari va zamonaviy davolash yondashuvlari bo'yicha adabiyotlarda mavjud ma'lumotlarni tizimli tahlil qilish va umumlashtirishdan iborat.

MATERIALLAR VA METODLAR

Maqolani yozishda 2010–2025 yillar davomida chop etilgan ilmiy adabiyotlar, jumladan oftalmologiya va infeksiyon kasalliklar bo'yicha xalqaro va mahalliy jurnallarda e'lon qilingan maqolalar, klinik qo'llanmalar hamda Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining tavsiyanomalari tahlil qilindi. Adabiyotlarni izlash uchun PubMed, Google Scholar va boshqa ilmiy ma'lumotlar bazalaridan foydalanildi, qidiruv so'zlari sifatida "bacterial conjunctivitis", "ophthalmia neonatorum", "antibiotic therapy in conjunctivitis", "conjunctivitis epidemiology" kabi kalit iboralar qo'llanildi.

Tanlash mezonlariga quyidagilar kiritildi: kasallikning etiologiyasi, klinik belgilari, tashxis usullari yoki davolash strategiyalarini yorituvchi original tadqiqotlar, tizimli sharhlar va meta-tahlillar. Tibbiy ma'lumotnoma sifatida ishonchliligi past bo'lgan, resenztlanmagan manbalar tahlildan chetlashtirildi. Yig'ilgan ma'lumotlar tavsiflovchi (deskriptiv) tahlil usuli yordamida tizimlashtirildi va quyidagi yo'nalishlar bo'yicha guruhlandi: 1) etiologiya va epidemiologiya; 2) patogenez; 3) klinik manzara; 4) differensial tashxis; 5) davolash usullari va profilaktika.

Tadqiqot xarakteriga ko'ra ushbu maqola adabiyotlar sharhi (narrative review) turiga mansub bo'lib, birlamchi klinik yoki eksperimental tadqiqot o'tkazilmagan; maqsad mavjud ilmiy bilimlarni umumlashtirish va amaliy oftalmologiya uchun tizimli ma'lumot taqdim etishdan iborat.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Etiologiya va epidemiologiya: Adabiyotlar tahliliga ko'ra, kattalar orasida bakterial konyunktivitning eng ko'p uchraydigan qo'zg'atuvchisi *Staphylococcus aureus* hisoblanadi, bolalarda esa *Streptococcus pneumoniae* va *Haemophilus influenzae* yetakchi o'rinni egallaydi. *Moraxella catarrhalis* nisbatan kamroq, biroq surunkali holatlarda uchraydigan qo'zg'atuvchi sifatida qayd etiladi. Jinsiy yo'l bilan yuqadigan infeksiyalar bilan bog'liq holatlarda *Neisseria gonorrhoeae* va *Chlamydia trachomatis* alohida klinik ahamiyat kasb etadi, ular ayniqsa yangi tug'ilgan chaqaloqlarda og'ir kechishi bilan xarakterlanadi.

Epidemiologik ma'lumotlarga ko'ra, bakterial konyunktivit yil davomida uchrashi mumkin bo'lsa-da, bolalar jamoalarida (bog'cha, maktab) kuz-qish davrida ko'proq qayd etiladi. Yuqish yo'li asosan kontakt orqali — ifloslangan qo'l, sochiq, kosmetika vositalari yoki bevosita bemor bilan aloqa orqali amalga oshadi.

Patogenez: Bakteriyalarning konyunktiva epiteliy hujayralariga yopishishi va kolonizatsiyasi kasallikning boshlang'ich bosqichini tashkil etadi. Bakterial toksinlar va fermentlar (masalan, gialuronidaza, proteazalar) ta'sirida to'qima shikastlanishi va mahalliy yallig'lanish reaksiyasi rivojlanadi. Bu jarayonga neytrofilarning migratsiyasi, qon tomirlar kengayishi va shilliq qavat o'tkazuvchanligining oshishi hamroh bo'ladi, natijada xarakterli yiringli ajralma hosil bo'ladi. Ko'zning tabiiy himoya mexanizmlari — ko'z yoshi tarkibidagi lizozim, immunoglobulin A va mexanik yuvish effekti — infeksiyaning oldini olishda muhim rol o'ynaydi, biroq ushbu mexanizmlar susayganda yoki mahalliy shikastlanish (masalan, kontakt linzalar, mikrotravma) mavjud bo'lganda infeksiya rivojlanish ehtimoli ortadi.

Klinik belgilari: Bakterial konyunktivitning tipik klinik belgilariga ko'z qizarishi (gipereremiya), yopishqoq va sariq-yashil rangdagi yiringli ajralma, ko'z qovoqlarining shishishi, yot jism hissi va ertalabki soatlarda kipriklarning bir-biriga yopishib qolishi kiradi. Odatda jarayon dastlab bir ko'zda boshlanib, keyinchalik ikkinchi ko'zga ham o'tishi mumkin. Og'riq, ko'rish qobiliyatining sezilarli pasayishi va yorug'likka nisbatan kuchli sezuvchanlik odatda xarakterli emas — bunday belgilarning mavjudligi jiddiyroq patologiya (masalan, keratit yoki uveit) ehtimolini ko'rsatishi va qo'shimcha tekshiruvni talab qilishi mumkin. Yangi tug'ilgan chaqaloqlarda kuzatiladigan oftalmiya neonatorum alohida e'tiborga loyiq, chunki gonokokk etiologiyali shakli tez orada rivojlanuvchi og'ir asoratlarga, jumladan shox parda perforatsiyasiga olib kelishi mumkin, shu sababli bunday holatlar shoshilinch tibbiy aralashuvni talab qiladi. **Differensial tashxis:** Bakterial konyunktivitni virusli va allergik konyunktivitdan farqlash amaliy oftalmologiyada muhim ahamiyatga ega, chunki davolash taktikasi tubdan farq qiladi. Quyidagi jadvalda ushbu uch holatning asosiy differensial-dagnostik mezonlari keltirilgan.

1-Jadval.

Ko'rsatkich	Bakterial konyunktivit	Virusli konyunktivit
Ajralma xarakteri	Yopishqoq, sariq-yashil, yiringli	Suyuq, shilliq, seroz
Zararlanish	Ko'pincha bir ko'z, keyin ikkinchisi	Odatda ikkala ko'z birdaniga

Kechki soat/ertalab	Ko'z qovoqlari yopishib qoladi	Yengil yopishish
Hamrohlik qiluvchi belgilar	Ko'pincha yo'q yoki o'rta darajali	YHYK infeksiyasi, limfadenopatiya
Davolash	Mahalliy antibiotiklar samarali	Simptomatik, o'z-o'zidan tuzaladi

Klinik amaliyotda ko'rsatkichlarning to'liq mos kelmasligi mumkinligi sababli, shubhali yoki og'ir holatlarda konyunktiva ajralmasidan bakteriologik ekma va antibiotikogramma o'tkazish tavsiya etiladi, bu esa qo'zg'atuvchini aniqlash va maqsadli antibakterial terapiya tanlash imkonini beradi.

Davolash yondashuvlari: Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, bakterial konyunktivitning katta qismi o'zi-o'zidan (o'z-o'zini cheklovchi) tuzalish xususiyatiga ega, biroq mahalliy antibakterial terapiya qo'llanilishi kasallik davomiyligini qisqartiradi, simptomlarni yengillashtiradi va boshqalarga yuqish xavfini kamaytiradi. Ko'z tomchilari va malhamlari shaklidagi mahalliy antibiotiklar — xloramfenikol, tobramitsin, ofloksatsin, moksifloksatsin va ftorxinolonlar guruhiga mansub boshqa preparatlar — birinchi qatorda tavsiya etiladigan vositalar hisoblanadi. Odatda davolash kursi 5–7 kunni tashkil etadi.

Gonokokk yoki xlamidiya etiologiyali konyunktivit holatlarida faqat mahalliy emas, balki tizimli (sistemik) antibakterial terapiya ham talab etiladi, chunki bu holatlarda asoratlanish xavfi yuqori. Yangi tug'ilgan chaqaloqlardagi oftalmiya neonatorum profilaktikasi maqsadida tug'ilishdan so'ng darhol mahalliy antibakterial vositalar (masalan, eritromitsin malhami) qo'llash amaliyoti bir qator mamlakatlarda standart protokol sifatida qabul qilingan.

Kontakt linzalar taqib yuruvchi bemorlarda linzalardan vaqtincha voz kechish, shaxsiy gigiena qoidalariga rioya qilish (qo'llarni tez-tez yuvish, alohida sochiq ishlatish) hamda oilaviy o'choqlarda profilaktik choralar ko'rish kasallikning tarqalishini cheklashda muhim ahamiyatga ega ekanligi ko'plab manbalarda ta'kidlangan.

Tahlil qilingan adabiyotlar bakterial konyunktivitning klinik ahamiyati nafaqat uning yuqori tarqalganligi, balki noto'g'ri yoki kechiktirilgan davolash natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan asoratlar bilan ham bog'liqligini ko'rsatadi. Xususan, bir qator tadqiqotlarda mahalliy antibiotikoterapiyaning erta boshlanishi klinik simptomlarning tezroq bartaraf bo'lishiga va infeksiyaning tarqalish muddatining qisqarishiga olib kelishi ta'kidlangan, biroq shu bilan birga ko'plab hollarda kasallik antibiotiksiz ham nisbatan qisqa muddatda o'z-o'zidan tuzalishi mumkinligi haqida ma'lumotlar mavjud. Bu holat klinisyenlar oldida har bir aniq holatda antibakterial terapiya tayinlashning maqsadga muvofiqligini individual baholash zaruratini keltirib chiqaradi.

Alohida muhokama talab qiladigan masala — antimikrobial rezistentlik muammosi. So'nggi o'n yillikda bir qator mintaqalarda konyunktivit qo'zg'atuvchilarining an'anaviy antibiotiklarga nisbatan sezuvchanligi pasayganligi qayd etilmoqda, bu esa yangi avlod ftorxinolonlar kabi kengroq spektrli vositalarga bo'lgan ehtiyojni oshirmoqda. Shu bilan birga, antibiotiklarni asossiz va keng qo'llash rezistentlik muammosini yanada kuchaytirishi mumkinligi sababli, davolashni faqat klinik ko'rsatmalar asosida, imkon qadar bakteriologik tekshiruv natijalariga tayangan holda tayinlash tavsiya etiladi.

Differensial tashxis borasida adabiyotlarda ta'kidlanishicha, faqat klinik belgilarga tayanib bakterial, virusli va allergik konyunktivitni har doim ham aniq farqlash mumkin emas, chunki belgilar bir-biriga o'xshash bo'lishi mumkin. Bu esa amaliy sog'liqni saqlash tizimida diagnostika sifatini

oshirish, laboratoriya tekshiruvlaridan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish va shifokorlarni doimiy ravishda malaka oshirish zarurligini ko'rsatadi.

Oftalmiya neonatorum bo'yicha adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, homiladorlik davrida onalarni jinsiy yo'l bilan yuquvchi infeksiyalarga tekshirish va zarur hollarda davolash, shuningdek tug'ilgandan keyin profilaktik mahalliy antibakterial vositalar qo'llash chaqaloqlarda og'ir asoratlarning oldini olishning samarali usuli hisoblanadi. Ushbu yondashuvning har bir mintaqada, mahalliy epidemiologik vaziyat va resurslarni hisobga olgan holda, milliy klinik protokollarga kiritilishi maqsadga muvofiqdir.

XULOSA

Bakterial konyunktivit ko'z shilliq pardasining keng tarqalgan, yuqumli va aksariyat hollarda nisbatan yengil kechuvchi, biroq o'z vaqtida davolanmagan taqdirda jiddiy asoratlarga olib kelishi mumkin bo'lgan kasallikdir. Uning etiologiyasida *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* va *Haemophilus influenzae* kabi bakteriyalar yetakchi o'rin tutadi. To'g'ri va o'z vaqtida qo'yilgan tashxis, klinik belgilarni virusli va allergik konyunktivitdan farqlash, hamda zarur hollarda maqsadli mahalliy antibakterial terapiya qo'llash — kasallikning muvaffaqiyatli davolanishi va asoratlarning oldini olishning asosiy shartlaridir. Antimikrobial rezistentlik muammosining dolzarbligini hisobga olib, antibiotiklarni faqat asosli klinik ko'rsatmalar bo'yicha tayinlash tavsiya etiladi. Yangi tug'ilgan chaqaloqlarda oftalmiya neonatorum profilaktikasiga alohida e'tibor qaratish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Azari A.A., Barney N.P. Conjunctivitis: a systematic review of diagnosis and treatment // JAMA. — 2013. — Vol. 310, №16. — P. 1721–1729.
- [2]. American Academy of Ophthalmology. Conjunctivitis Preferred Practice Pattern. — San Francisco: AAO, 2018.
- [3]. Epling J. Bacterial conjunctivitis // BMJ Clinical Evidence. — 2012. — Vol. 2012. — 0704.
- [4]. Sheikh A., Hurwitz B., van Schayck C.P. et al. Antibiotics versus placebo for acute bacterial conjunctivitis // Cochrane Database of Systematic Reviews. — 2012.
- [5]. World Health Organization. Guidelines for the management of sexually transmitted infections. — Geneva: WHO, 2021.
- [6]. Ка'зимова Р.А., Каримов А.А. Болalarda konyunktivitning klinik-epidemiologik xususiyatlari // O'zbekiston tibbiyot jurnali. — 2019. — №3. — B. 45–49.
- [7]. Hovding G. Acute bacterial conjunctivitis // Acta Ophthalmologica. — 2008. — Vol. 86, №1. — P. 5–17.
- [8]. American Academy of Pediatrics. Red Book: Report of the Committee on Infectious Diseases. — 32nd ed. — Itasca: AAP, 2021.

ANTIBIOTIKLARGA CHIDAMLI MIKROORGANIZMLARGA QARSHI BAKTERIOFAG TERAPIYASINING BIOTEXNOLOGIK IMKONIYATLARI

Axmedova Mohira Shavkat qizi, Xudoyberdiyeva Xusnora Numonjon qizi

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

e-mail: mohira2630@gmail.com

e-mail: hunoraxudoyberdiyeva@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi bakteriofag terapiyasining zamonaviy biotexnologik imkoniyatlari yoritilgan. Bakteriofaglarining bakterial hujayralarni selektiv ravishda zararlashi, antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga ta'sir mexanizmi, fag kokteyllaridan foydalanish, shaxsiylashtirilgan fag terapiyasi hamda fag-antibiotik sinergiyasi tahlil qilingan. Shuningdek, bakteriyalarning faglarga nisbatan rezistentlik hosil qilish mexanizmlari, faglarning tor ta'sir doirasi va terapiyaning mavjud cheklovlari ko'rib chiqilgan.

Zamonaviy CRISPR texnologiyalari va genetik muhandislik yordamida faglarning terapevtik xususiyatlarini takomillashtirish istiqbollari ham yoritilgan. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, bakteriofag terapiyasi antibiotiklarga chidamli infeksiyalarni nazorat qilishda istiqbolli biologik yondashuv bo'lib, uni antibiotiklar va zamonaviy molekulyar-biologik texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish kelajakda samarali antimikrob strategiyalarni ishlab chiqishga imkon beradi.

Kalit so'zlar: bakteriofag, fag terapiyasi, antibiotiklarga chidamlilik, antimikrob rezistentlik, bakterial infeksiya, fag kokteyli, fag-antibiotik sinergiyasi, MDR bakteriyalar, biofilm, CRISPR-Cas, genetik muhandislik, shaxsiylashtirilgan terapiya, bakteriofag rezistentligi, antimikrob terapiya, biotexnologiya.

Аннотация: В данной статье рассмотрены современные биотехнологические возможности применения фаговой терапии против микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам. Проанализированы селективное воздействие бактериофагов на бактериальные клетки, механизмы их действия на антибиотикорезистентные микроорганизмы, использование фаговых коктейлей, персонализированная фаговая терапия, а также синергизм фагов и антибиотиков. Кроме того, рассмотрены механизмы формирования устойчивости бактерий к бактериофагам, узкий спектр действия фагов и существующие ограничения фаговой терапии.

Также освещены перспективы совершенствования терапевтических свойств бактериофагов с использованием современных технологий CRISPR и методов генетической инженерии. Проведённый анализ показывает, что фаговая терапия является перспективным биологическим подходом к контролю инфекций, вызванных антибиотикорезистентными микроорганизмами, а её сочетание с антибиотиками и современными молекулярно-биологическими технологиями в будущем может способствовать разработке эффективных антимикробных стратегий.

Ключевые слова: бактериофаг, фаговая терапия, антибиотикорезистентность, антимикробная резистентность, бактериальная инфекция, фаговый коктейль, синергизм фагов и антибиотиков, MDR-бактерии, биоплёнка, CRISPR-Cas, генетическая инженерия,

персонализированная терапия, устойчивость к бактериофагам, антимикробная терапия, биотехнология.

Abstract: This article examines the modern biotechnological potential of phage therapy against antibiotic-resistant microorganisms. The selective targeting of bacterial cells by bacteriophages, their mechanisms of action against antibiotic-resistant microorganisms, the use of phage cocktails, personalized phage therapy, and phage–antibiotic synergy are analyzed. In addition, the mechanisms underlying the development of bacterial resistance to bacteriophages, the narrow host range of phages, and the existing limitations of phage therapy are considered.

The prospects for improving the therapeutic properties of bacteriophages through modern CRISPR technologies and genetic engineering approaches are also discussed. The analysis indicates that phage therapy represents a promising biological approach for controlling infections caused by antibiotic-resistant microorganisms, while its combination with antibiotics and modern molecular biological technologies may contribute to the development of effective antimicrobial strategies in the future.

Keywords: bacteriophage, phage therapy, antibiotic resistance, antimicrobial resistance, bacterial infection, phage cocktail, phage–antibiotic synergy, MDR bacteria, biofilm, CRISPR-Cas, genetic engineering, personalized therapy, bacteriophage resistance, antimicrobial therapy, biotechnology.

KIRISH

Antimikrob preparatlarga chidamlilik - antimicrobial resistance (AMR) - zamonaviy tibbiyot va biotexnologiyaning eng muhim muammolaridan biridir. Antibiotiklardan noto'g'ri yoki ortiqcha foydalanish natijasida bakteriyalar evolyutsion va genetik mexanizmlar orqali antibiotiklarga chidamli bo'lib boradi. WHO ma'lumotlariga ko'ra, 2023-yilda dunyo bo'yicha laboratoriyada tasdiqlangan bakterial infeksiyalarning taxminan **har oltinchisi antibiotiklarga chidamli** bo'lgan; bakterial AMR 2021-yilda global miqyosda 4,7 milliondan ortiq o'lim bilan bog'langan. Ayniqsa, ko'p dori vositalariga chidamli (MDR), keng dori spektriga chidamli (XDR) va deyarli barcha mavjud antibiotiklarga chidamli bakteriyalar klinik amaliyot uchun jiddiy muammo hisoblanadi.

Bunday mikroorganizmlarga **Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli, Staphylococcus aureus** va boshqa patogenlar kiradi. Shu sababli antibiotiklarga muqobil yoki antibiotiklar bilan birgalikda qo'llanishi mumkin bo'lgan biologik antimikrob texnologiyalar, jumladan **bakteriofag terapiyasi**, katta ilmiy qiziqish uyg'otmoqda. WHO ham bakteriofaglarni AMRga qarshi istiqbolli vositalardan biri sifatida ko'rib, ularning ilmiy dalillar bazasini rivojlantirishga qaratilgan ishlarni olib bormoqda. **Bakteriofaglar (faglar)** bakteriyalarni selektiv ravishda zararlaydigan va ularning hujayrasida ko'payadigan viruslardir. Ularning asosiy xususiyati fagning ma'lum bakterial hujayrani tanib, unga birikishi, genetik materialini hujayraga kiritishi va natijada bakterianing nobud bo'lishiga olib kelishidir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Bakteriofagga chidamli mikroorganizmlar o'sish sur'atlarining pasayishi va umr ko'rish davomiyligining sezilarli darajada qisqarishi bilan tavsiflanishi mumkin

Faglar antibiotiklardan butunlay boshqa nishonlardan foydalanishi sababli, bakterianing antibiotikka chidamliligi fagning ta'sirini avtomatik ravishda bekor qilmaydi. Masalan, bakteriyada:

- β -laktamaza ishlab chiqarilishi;
- antibiotikni chiqarib yuboruvchi efflux nasoslari;
- antibiotik nishonining o'zgarishi;
- membrana o'tkazuvchanligining kamayishi;
- antibiotikni parchalovchi fermentlar mavjud bo'lishi fagning bakteriyani zararlashiga to'sqinlik qilmasligi mumkin.

Biroq bu **har qanday fag har qanday rezistent bakteriyani yo'q qiladi**, degani emas.

Bitta fagning ta'sir doirasi tor bo'lishi sababli bir nechta fagni birlashtirib fag kokteyllari yaratish mumkin. Fag kokteyli turli retseptorlardan foydalanadigan yoki bakteriyaning turli shtammlariga qarshi faol bo'lgan faglarni o'z ichiga oladi. Bunday yondashuv bakterial populyatsiyaning genetik xilma-xilligini hisobga olish va fagga chidamli bakterial variantlarning shakllanish ehtimolini kamaytirish imkonini beradi. Fag kokteyllari ayniqsa genetik jihatdan xilma-xil klinik izolyatlarga qarshi istiqbolli hisoblanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Fag terapiyasining yana bir muhim imkoniyati shaxsiylashtirilgan davolashni rivojlantirishdir. Bunda avvalo bemordan klinik namuna olinadi, infeksiyani chaqirgan bakteriya aniqlanadi, uning antibiotiklarga sezgirliги va faglarga sezgirliги o'rganiladi. Keyinchalik ushbu bakteriyaga qarshi eng faol fag yoki fag kokteyli tanlanadi. Davolash davomida mikrobiologik monitoring olib borilib, bakteriyaning fagga sezgirliги va bakterial yuklama nazorat qilinishi mumkin.

Fag va antibiotik birgalikda qo'llanganda ayrim kombinatsiyalarda ularning antimikrob ta'siri kuchayishi mumkin. Bu hodisa fag-antibiotik sinergiyasi deb yuritiladi. Fag bakterial populyatsiyani kamaytirishi yoki bakteriyaning fiziologik xususiyatlarini o'zgartirishi natijasida antibiotikning samaradorliги oshishi mumkin. Ayrim hollarda esa bakteriyaning fagdan qochish uchun hosil qilgan mutatsiyasi uning antibiotiklarga qayta sezgir bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Biroq bunday sinergiya barcha fag va antibiotik kombinatsiyalarida kuzatilmaydi va har bir kombinatsiya alohida eksperimental tekshirilishi kerak.

CRISPR texnologiyasi va bakteriofaglar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik ham zamonaviy tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridan biridir. Faglar bakteriyalarga ma'lum genetik yuklarni yetkazish uchun biologik vektor sifatida o'rganilmoqda. Nazariy va eksperimental jihatdan bunday yondashuv antibiotiklarga chidamlilik genlarini nishonga olish, bakterial virulentlikni kamaytirish yoki bakteriyani antibiotiklarga qayta sezgirlashtirish kabi strategiyalar uchun ishlatilishi mumkin.

Fag terapiyasining afzalliklari bilan bir qatorda uning cheklovlari ham mavjud. Eng muhim muammolardan biri faglarning tor host-range xususiyatidir. Bitta fag faqat ma'lum bakterial shtammlarga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli klinik qo'llashdan oldin patogenni aniq identifikatsiya qilish va unga mos fagni tanlash talab etiladi.

Bakteriyalar faglarga ham rezistentlik hosil qilishi mumkin. Bakteriyalarning faglardan himoyalaniş mexanizmlari orasida fag retseptorlarining o'zgarishi, kapsula modifikatsiyasi, restriction-modification tizimlari, CRISPR-Cas tizimlari va boshqa hujayraviiy himoya mexanizmlari mavjud. Shu sababli fag terapiyasida bakteriyaning evolyutsion javobini kuzatish va zarur bo'lsa boshqa fag yoki fag kokteylidan foydalanish muhim hisoblanadi.

XULOSA

Antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarning ko'payib borishi yangi va samarali antimikrob vositalarni izlashni talab qilmoqda. Bakteriofag terapiyasi bakteriyalarni tanlab zararlashi, antibiotiklarga chidamli shtammlarga ta'sir qilishi hamda fag kokteyllari va antibiotiklar bilan kombinatsiyada qo'llanishi sababli istiqbolli biotexnologik yo'nalish hisoblanadi. Shu bilan birga, faglarining tor ta'sir doirasi va bakteriyalarning faglarga chidamlilik hosil qilishi uning asosiy cheklovlaridir. Shuning uchun bakteriofag terapiyasini takomillashtirish va klinik amaliyotga keng joriy etish uchun chuqur ilmiy tadqiqotlar zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Komilov X.M., Raximov m.m., Odilbekova D.Yu. Biotexnologiya asoslari. -Toshkent:2010
- [2] Gene correction. Methods and protocols. Series:methods in molecular biology, vol. 1114 storici, Francesca.2014
- [3] Nair A.J. Introduction to biotechnology and genetic engineering. New delhi: infinity science press llc, 2007
- [4] Iskandarova Y.N., Fayziyev V.B., Adilkhonova N.A., Khusanov T.S., Sagdullayeva B.O. Analysis of the antimicrobial activity of bacteriophages and antibiotics against staphylococci and streptococci // International Journal of Environmental Sciences. 2025. Vol. 11.

QARSHI SHAHAR AHOLISI POPULYATSIYASIDA ANEMIYA TARQALISHINING YOSHGA BOG'LIQ XUSUSIYATLARI

Kulmamatova Shaxnoza Mamadovna¹, Tog'ayeva Marg'uba Abdisottarovna²

¹Turon universiteti magistranti, Qarshi 180100, O'zbekiston

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: togaevamarguba49@gmail.com

Annotatsiya. Anemiya turli yosh guruhlarida bir xil darajada uchramaydi va uning tarqalishi fiziologik ehtiyoj, oziqlanish holati, reproduktiv omillar hamda surunkali kasalliklar bilan bog'liq holda o'zgaradi. Ushbu tadqiqotda Qarshi shahar aholisi populyatsiyasida anemiya tarqalishining yosh guruhlariga bo'yicha xususiyatlari baholandi. Respondentlar ≤ 29 , 30–39, 40–49, 50–59 va ≥ 60 yosh guruhlariga ajratildi. Anemiya tarqalishi mos ravishda 37,7%; 20,7%; 31,1%; 51,5% va 11,8% ni tashkil etdi. Pearson χ^2 testi yosh va anemiya holati o'rtasida statistik ahamiyatli bog'liqlik mavjudligini ko'rsatdi ($\chi^2=13,742$; $df=4$; $p=0,0082$). Eng yuqori anemiya ko'rsatkichi 50–59 yosh guruhida aniqlandi. Natijalar shahar aholisi orasida anemiyani nazorat qilishda yoshga mos differensial skrining strategiyalarini ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: anemiya, yosh, shahar populyatsiyasi, epidemiologiya, odds ratio, Pearson χ^2 , Qarshi shahri.

Аннотация. Анемия встречается с различной частотой в разных возрастных группах, а её распространённость изменяется в зависимости от физиологических потребностей организма, особенностей питания, репродуктивных факторов и наличия хронических заболеваний. В настоящем исследовании были оценены возрастные особенности распространённости анемии среди населения города Карши. Респонденты были разделены на

следующие возрастные группы: ≤ 29 , 30–39, 40–49, 50–59 и ≥ 60 лет. Распространённость анемии в указанных группах составила соответственно 37,7%; 20,7%; 31,1%; 51,5% и 11,8%. Критерий Пирсона χ^2 выявил статистически значимую связь между возрастом и наличием анемии ($\chi^2=13,742$; $df=4$; $p=0,0082$). Наиболее высокая распространённость анемии была выявлена в возрастной группе 50–59 лет. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости разработки дифференцированных скрининговых стратегий с учётом возраста для эффективного контроля анемии среди городского населения.

Ключевые слова: анемия, возраст, городское население, эпидемиология, отношение шансов, критерий Пирсона χ^2 , город Карши.

Abstract. The prevalence of anemia varies across different age groups and is influenced by physiological requirements, nutritional status, reproductive factors, and chronic diseases. This study evaluated age-specific patterns in the prevalence of anemia among the population of Karshi city. Respondents were divided into the following age groups: ≤ 29 , 30–39, 40–49, 50–59, and ≥ 60 years. The prevalence of anemia in these groups was 37.7%, 20.7%, 31.1%, 51.5%, and 11.8%, respectively. Pearson's χ^2 test demonstrated a statistically significant association between age group and anemia status ($\chi^2=13.742$; $df=4$; $p=0.0082$). The highest prevalence of anemia was observed in the 50–59-year age group. These findings indicate the need to develop age-specific differential screening strategies for effective anemia control among urban populations.

Keywords: anemia, age, urban population, epidemiology, odds ratio, Pearson's χ^2 test, Karshi city.

KIRISH

Anemiya epidemiologiyasi yoshga kuchli bog'liq. Global tahlillar bolalar, reproduktiv yoshdagi ayollar va ayrim keksa yosh guruhlarida kasallik yukining oshishini ko'rsatadi. 2021-yilgi GBD tahlilida anemiya tarqalishi va unga bog'liq nogironlik ko'rsatkichlari yosh, jins va hududlar bo'yicha sezilarli farqlangani ko'rsatilgan.

Shahar populyatsiyalarida yosh bilan bog'liq anemiya tendensiyasi bir xil emas. Shenzhen shahrida 65 yosh va undan katta 121 981 nafar ishtirokchida o'tkazilgan katta kesimiy tadqiqotda anemiya tarqalishi 15,43% bo'lgan va yosh ortishi bilan anemiya ehtimoli oshgani aniqlangan. Hindistonning shahar hududidagi keksa aholida esa anemiya 65% ni tashkil etib, ≥ 80 yosh guruhida 85,2% gacha yetgan. Ushbu ishning maqsadi Qarshi shahar aholisida anemiyaning yosh guruhlari bo'yicha tarqalishini aniqlash va yoshning anemiya holati bilan statistik bog'liqligini baholashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Kesimiy epidemiologik ma'lumotlar yosh guruhlari bo'yicha tahlil qilindi. Respondentlar besh guruhga ajratildi: ≤ 29 yosh, 30–39 yosh, 40–49 yosh, 50–59 yosh va ≥ 60 yosh.

Yosh kategoriyasi va anemiya holati o'rtasidagi bog'liqlik Pearson χ^2 testi yordamida baholandi. ≤ 29 yosh guruhi logistika tahlilida referent guruh sifatida olindi. Har bir yosh guruhi uchun odds ratio hisoblandi. Statistik ahamiyatlilik $p < 0,05$ darajasida belgilandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot populyatsiyasida yosh guruhlariga qarab anemiya tarqalishi notekis bo'ldi. Eng yuqori ko'rsatkich **50–59 yosh guruhida** — **51,5%**, undan keyingi ko'rsatkich ≤ 29 yosh guruhida — 37,7% qayd etildi.

1-jadval.

Qarshi shahar aholisi orasida anemiyaning yosh guruhlari bo'yicha tarqalishi

Yosh guruhi	n	Anemiya, %
≤ 29 yosh	106	37,7
30–39 yosh	58	20,7
40–49 yosh	45	31,1
50–59 yosh	33	51,5
≥ 60 yosh	17	11,8
Jami	259	—

Pearson χ^2 tahlili yosh guruhi va anemiya holati orasidagi farq statistik ahamiyatli ekanini ko'rsatdi:

$$\chi^2=13,742; df=4; p=0,0082.$$

Logistik tahlilda ≤ 29 yosh guruhi referent (taqqoshlash guruhi) sifatida qabul qilindi.

2-jadval.

Yosh guruhlari va anemiya ehtimoli

Yosh guruhi	OR (Imkoniyatlar nisbati)	Izoh
≤ 29	1,000	Taqqoshlash guruhi
30–39	0,430	Pastroq ehtimollik
40–49	0,745	Referentga yaqin
50–59	1,753	Yuqoriroq ehtimollik
≥ 60	0,220	Pastroq ehtimollik

50–59 yosh guruhida anemiya odds ko'rsatkichi ≤ 29 yosh guruhiga nisbatan 1,753 marta yuqori bo'ldi. 30–39 va ≥ 60 yosh guruhlarida esa nisbatan past ko'rsatkich kuzatildi.

Qarshi shahar populyatsiyasida anemiyaning yosh bo'yicha tarqalishi chiziqli tendensiya ko'rsatmadi. 50–59 yosh guruhida kuzatilgan 51,5% ko'rsatkich ushbu guruhning qo'shimcha epidemiologik kuzatuvga muhtojligini ko'rsatadi.

Xalqaro tadqiqotlarda ko'pincha anemiya yoshi katta guruhlarda ortib borishi qayd etiladi. Masalan, Shenzhen shahridagi katta populyatsion tahlilda anemiya yoshi kattalashgan sari ortgan. West Bengal shahar aholisidagi ≥ 60 yoshli ishtirokchilarda ham yosh va anemiya o'rtasida statistik ahamiyatli bog'liqlik aniqlangan. Biroq anemiyaning yosh bilan bog'liqligi barcha populyatsiyalarda bir xil bo'lmasligi mumkin. GBD ma'lumotlari kasallik yukining yosh, jins va geografik sharoitlar bilan murakkab o'zaro ta'sirda ekanligini ko'rsatadi.

Qarshi shahrida ≥ 60 yosh guruhida anemiya 11,8% bo'lgani boshqa ayrim shahar populyatsiyalarida kuzatilgan natijalardan pastroq. Masalan, Xitoydagi 50 yoshdan katta jamoaviy

populyatsiyada umumiy anemiya tarqalishi 31,0% bo‘lib, 80 yoshdan katta guruhda 41,2% ga yetgan. Ushbu farq Qarshi tadqiqotidagi ≥ 60 yosh guruhining son jihatdan kichikligi ($n=17$), tanlanma xususiyatlari yoki boshqa biologik va ijtimoiy omillar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. 50–59 yoshdagi yuqori ko‘rsatkich esa ayniqsa e‘tiborga molik. Ushbu yosh davrida ayollarda perimenopauza va oldingi reproduktiv davr bilan bog‘liq temir zaxirasining kamayishi, erkak va ayollarda esa surunkali kasalliklar, gastrointestinal qon yo‘qotishlar, oziqlanish holati hamda yallig‘lanish jarayonlari anemiya rivojlanishiga hissa qo‘shishi mumkin.

XULOSA

Qarshi shahar aholisi orasida anemiya tarqalishi yoshga statistik jihatdan bog‘liq bo‘ldi (Pearson $\chi^2=13,742$; $df=4$; $p=0,0082$). Eng yuqori ko‘rsatkich 50–59 yosh guruhida — 51,5% qayd etildi. Ushbu guruhda anemiya odds ko‘rsatkichi ≤ 29 yosh guruhiga nisbatan 1,753 marta yuqori bo‘ldi. Natijalar shahar aholisi orasida anemiyani profilaktika va erta aniqlash dasturlarini faqat umumiy populyatsiya darajasida emas, balki yosh guruhlariga mos ravishda tashkil etish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] GBD 2021 Anaemia Collaborators. Prevalence, years lived with disability, and trends in anaemia burden by severity and cause, 1990–2021. *The Lancet Haematology*. 2023. doi:10.1016/S2352-3026(23)00160-6.
- [2] Ni W, Yuan X, Sun Y, et al. Anaemia and associated factors among older adults in an urban district in China: a large-scale cross-sectional study. *BMJ Open*. 2022;12.
- [3] Debnath A, Rehman T, Ghosh T, et al. Prevalence of anemia among elderly population residing in an urban area of West Bengal. *Indian Journal of Community Medicine*. 2022;47(4):604–608.
- [4] Global burden of anemia and its underlying causes in 204 countries and territories, 1990–2019. 2021.
- [5] Prevalence of anemia and related factors among Tabari cohort population: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2024.

GO‘ZA URUG‘INING UNIB CHIQISHI VA UNGA TA‘SIR ETUVCHI OMILLAR

Tursunov Yaxyo Boxodirovich, Ro‘zimatova Shaxnoza Sirojiddin qizi

Andijon Davlat Universiteti, 170100, Andijon shahri, O‘zbekiston

e-mail: tursunovyaxyobek029@gmail.com

e-mail: shaxnozarozimatoval11@gmail.com

Annotatsiya. Urug‘ning unib chiqishi suvni shimish, metabolik jarayonlarning faollashishi, ildizchaning hosil bo‘lishi, gipokotilning uzayishi, urug‘pallalarning tuproq yuzasiga chiqishi va dastlabki haqiqiy barglarning shakllanishi bilan tavsiflanadi. G‘o‘za urug‘ining unishida harorat, tuproq namligi, urug‘ning fiziologik holati va genotip xususiyatlari muhim ahamiyatga ega. Ilmiy tadqiqotlar g‘o‘za urug‘larining normal va bir tekis unib chiqishi uchun qulay harorat va namlik sharoitlarini ta‘minlash zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit soʻzlar: gʻoʻza, *Gossypium hirsutum* L., urugʻ, unish, imbibitsiya, ildizcha, gipokotil, urugʻpalla, nihol, harorat, tuproq namligi.

Abstract. Seed germination is characterized by water uptake, activation of metabolic processes, radicle formation, hypocotyl elongation, emergence of cotyledons above the soil surface, and development of the first true leaves. Temperature, soil moisture, the physiological condition of the seed, and genotype characteristics play important roles in cotton seed germination. Scientific studies indicate that providing optimal temperature and moisture conditions is essential for normal and uniform germination of cotton seeds.

Keywords: cotton, *Gossypium hirsutum* L., seed, germination, imbibition, radicle, hypocotyl, cotyledon, seedling, temperature, soil moisture.

Аннотация. Прорастание семян характеризуется поглощением воды, активацией метаболических процессов, формированием корешка, удлинением гипокотыля, выходом семядолей на поверхность почвы и формированием первых настоящих листьев. При прорастании семян хлопчатника важное значение имеют температура, влажность почвы, физиологическое состояние семян и особенности генотипа. Научные исследования показывают, что для нормального и равномерного прорастания семян хлопчатника необходимо обеспечить оптимальные температурные и влажностные условия.

Ключевые слова: хлопчатник, *Gossypium hirsutum* L., семя, прорастание, имбибиция, корешок, гипокотиль, семядоля, проросток, температура, влажность почвы.

KIRISH

Gʻoʻza (*Gossypium hirsutum* L.) dunyoning koʻplab mamlakatlarida yetishtiriladigan muhim texnik ekinlardan biri hisoblanadi. Uning hosildorligi va mahsulot sifati oʻsimlikning barcha rivojlanish bosqichlarining meʼyorida kechishiga bogʻliq. Ayniqsa, urugʻning unib chiqishi va dastlabki niholning shakllanishi keyingi rivojlanish uchun muhim boshlangʻich bosqich hisoblanadi. Chunki bu davrda ildiz tizimi va yer ustki organlarining dastlabki rivojlanishi sodir boʻladi. Nihollarning bir tekis va sogʻlom shakllanishi oʻsimliklarning keyingi vegetatsiya davrida oziqa moddalari, suv va yorugʻlikdan samarali foydalanishiga imkon yaratadi. Gʻoʻza urugʻining unishi tashqi muhit sharoitlariga sezgir jarayon hisoblanadi. Urugʻ poʻstining xususiyatlari, saqlash sharoiti, urugʻning fiziologik holati, harorat va namlik kabi omillar unish jarayonining tezligi hamda nihollarning hayotchanligiga taʼsir koʻrsatadi.

Gʻoʻza urugʻining unib chiqish jarayoni, avvalo, urugʻning suvni shimishi bilan boshlanadi. Ushbu jarayon imbibitsiya deb ataladi. Urugʻ tuproqdagi namlikni oʻzlashtirgandan soʻng uning hujayralarida fiziologik va biokimyoviy jarayonlar faollasha boshlaydi. Nafas olish intensivligi ortadi, fermentlar faoliyati kuchayadi va urugʻ tarkibidagi zaxira oziqa moddalarining parchalanishi boshlanadi. Hosil boʻlgan organik moddalar embrionning oʻsishi uchun energiya va qurilish materiali sifatida sarflanadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Suvni shimishdan keyin urugʻ embrionida hujayralarning boʻlinishi va choʻzilishi kuchayadi. Dastlab embrionning ildiz qismi faol rivojlanib, ildizcha yoki radikula urugʻ poʻstini yorib chiqadi. Ildizchanning hosil boʻlishi gʻoʻza niholining tuproqdagi suv va mineral moddalarni oʻzlashtirish

tizimi shakllana boshlaganini ko'rsatadi. Keyinchalik ildizcha tuproqqa chuqurroq kirib boradi va yon ildizlarning shakllanishi uchun asos yaratadi. Ildizchaning paydo bo'lishidan keyin embrionning poya qismi rivojlana boshlaydi. G'o'za niholining tuproq yuzasiga chiqishida gipokotil muhim vazifani bajaradi. Gipokotil hujayralarining cho'zilishi natijasida nihol yuqoriga qarab harakatlanadi. Zamonaviy tadqiqotlarda g'o'zaning tuproq yuzasiga chiqishida gipokotilning cho'zilishi va uning uchki qismida shakllanuvchi apikal ilgak bir-biri bilan bog'liq mexanizm sifatida qaraladi. Gipokotilning cho'zilishi tuproq qarshiligini yengishga yordam bersa, apikal ilgak yosh o'sish nuqtasini mexanik shikastlanishdan himoya qiladi. G'o'za urug'ining unib chiqishida harorat eng muhim tashqi omillardan biridir. Harorat urug'dagi fermentativ jarayonlarning tezligi, nafas olish, hujayralarning bo'linishi va cho'zilishi hamda niholning tuproq yuzasiga chiqish tezligini belgilaydi. Ma'lumotlariga ko'ra, *Gossypium hirsutum* urug'lari uchun taxminan 28–30 °C harorat unish uchun qulay hisoblanadi; harorat 20 °C dan pastlaganda unish foizi sezilarli darajada kamayishi mumkin. Haroratning past bo'lishi g'o'za urug'ining unish jarayonini sekinlashtiradi. Ayniqsa, urug' suvni shimayotgan dastlabki bosqichlarda sovuq sharoit salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Past harorat ildizchaning rivojlanishini sekinlashtiradi, niholning tuproq yuzasiga chiqish muddatini uzaytiradi va niholning kuchsiz shakllanishiga olib kelishi mumkin. Yuqori harorat ham har doim ijobiy ta'sir ko'rsatmaydi. Juda yuqori haroratda urug'dagi fiziologik jarayonlar muvozanati buzilishi, suv yo'qotilishi va niholning rivojlanishi susayishi mumkin. Shu sababli g'o'za urug'ining unishi uchun faqat yuqori harorat emas, balki optimal harorat muhim hisoblanadi. Chunki bahorgi davrda havo va tuproq haroratining o'zgaruvchanligi urug'ning unishi va niholning shakllanishiga ta'sir qilishi mumkin.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Narimonov va hammualliflar O'zbekistonning Markaziy hududida g'o'za urug'ining unishini o'rganib, harorat va genotip xususiyatlari niholning rivojlanishi hamda bir tekis shakllanishida muhim ekanligini ko'rsatgan.

Tuproq namligi ham g'o'za urug'ining unib chiqishida asosiy omillardan biridir. Urug'ning suvni shimishi uchun tuproqda yetarli namlik bo'lishi kerak. Namlik yetishmasa, urug'ning suv bilan ta'minlanishi kamayadi va metabolik jarayonlar yetarli darajada faollasha olmaydi. Natijada urug'ning unishi kechikadi yoki ayrim urug'lar umuman unmasligi mumkin. Shu bilan birga, tuproqning haddan tashqari namlanishi ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bunday sharoitda tuproqdagi havo almashinuvi yomonlashib, urug' va nihol uchun kislorod yetishmovchiligi yuzaga kelishi mumkin. Uzoq vaqt yoki noto'g'ri sharoitda saqlangan urug'larning hayotchanligi pasayishi mumkin. G'o'za niholining tuproq yuzasiga chiqishi urug'ning unishidan keyingi muhim bosqichdir. Bu jarayonda ildizchaning tuproqqa kirib borishi, gipokotilning uzayishi va apikal ilgakning shakllanishi o'zaro bog'liq holda kechadi. 2026-yilda chop etilgan tadqiqotda past harorat va sho'rlanish sharoitlarida aynan gipokotil o'sishi va apikal ilgakning rivojlanishi niholning tuproq yuzasiga chiqish muvaffaqiyatiga ta'sir qiluvchi muhim mexanizmlar sifatida ko'rsatilgan.

XULOSA

G'o'za urug'ining unib chiqishi o'simlik hayot siklining eng muhim dastlabki bosqichlardan biri hisoblanadi. Jarayon urug'ning suvni shimishi bilan boshlanib, metabolik jarayonlarning faollashishi, ildizchaning hosil bo'lishi, gipokotilning uzayishi, apikal ilgakning shakllanishi va urug'pallalarning tuproq yuzasiga chiqishi bilan davom etadi. Unish jarayonining tezligi va bir

tekisligi, avvalo, harorat, tuproq namligi, urug‘ning sifati va genotip xususiyatlariga bog‘liq. G‘o‘za urug‘lari uchun qulay harorat va namlik sharoitlarini yaratish nihollarning tez, sog‘lom va bir tekis shakllanishini ta‘minlaydi. O‘zbekiston sharoitida ham ekish muddatini belgilashda tuproq harorati va namlik holatini hisobga olish g‘o‘zaning dastlabki rivojlanishi uchun muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Maeda A.B., Wells L.W., Sheehan M.A., Dever J.K. Stories from the Greenhouse—A Brief on Cotton Seed Germination. *Plants*. 2021. Vol. 10(12). 2807. DOI:10.3390/plants10122807.
- [2] Reddy K.R., Brand D., Wijewardana C., Gao W. Temperature Effects on Cotton Seedling Emergence, Growth, and Development. *Agronomy Journal*. 2017. Vol. 109(4). P. 1379–1387. DOI: 10.2134/agronj2016.07.0439.
- [3] Hypocotyl–apical hook coordination determines cotton emergence under low-temperature and salinity stress. *The Crop Journal*. 2026. Vol. 14(4). P. 1097–1109. DOI: 10.1016/j.cj.2026.04.004.
- [4] Narimonov A., Azimov A., Yakubjanova N., Shavkiev J. Scientific Basis of Cotton Seed Germination in the Central Region of Uzbekistan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2023. Vol. 55(5). P. 1561–1572. DOI: 10.54910/sabrao2023.55.5.10.

ZAMONAVIY GENOMIKA: INSON GENOMINI O‘RGANISHNING YANGI IMKONIYATLARI

Tursunov Yaxyo Boxodirovich, Sobirova Mahliyo Muzaffar qizi

Andijon Davlat Universiteti, 170100, Andijon shahri, O‘zbekiston

e-mail: tursunovyaxyobek029@gmail.com

e-mail: sobirovamahliyo024@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda zamonaviy genomikaning rivojlanishi, inson genomini o‘rganishning yangi imkoniyatlari va genomik tadqiqotlarning biologiya hamda tibbiyotdagi ahamiyati yoritilgan. Inson genomining tuzilishi va funksional xususiyatlarini o‘rganish orqali genlarning faoliyati, genetik xilma-xillik, irsiy kasalliklarning molekulyar asoslari hamda organizmning turli kasalliklarga moyilligini aniqlash imkoniyati kengaymoqda. Yangi avlod sekvenslash texnologiyalari, bioinformatika, transkriptomika, epigenomika va sun‘iy intellekt asosidagi tahlil usullari genomik ma‘lumotlarni chuqur o‘rganishga xizmat qilmoqda. Zamonaviy genomikaning istiqbollari individual tibbiyot, erta tashxislash va kasalliklarni davolashning yangi usullarini ishlab chiqish bilan chambarchas bog‘liq.

Kalit so‘zlar: genomika, inson genomi, DNK, gen, genetik variant, sekvenslash, bioinformatika, transkriptomika, epigenomika, sun‘iy intellekt, individual tibbiyot.

Annotation This article discusses the development of modern genomics and new opportunities for studying the human genome. The importance of modern sequencing technologies, bioinformatics, transcriptomics, epigenomics, and artificial intelligence in human genome research is considered. The possibilities of using genomic data for identifying hereditary diseases, improving diagnosis, and developing personalized treatment approaches are also analyzed.

Keywords: *genomics, human genome, DNA, gene, genetic variation, sequencing, bioinformatics, transcriptomics, epigenomics, artificial intelligence, personalized medicine.*

Аннотация: *В статье рассматривается развитие современной геномики и новые возможности изучения генома человека. Рассмотрено значение современных технологий секвенирования, биоинформатики, транскриптомики, эпигеномики и искусственного интеллекта в исследовании генома человека. Проанализированы возможности использования геномных данных для выявления наследственных заболеваний, совершенствования диагностики и развития персонализированных методов лечения.*

Ключевые слова: *геномика, геном человека, ДНК, ген, генетическая вариативность, секвенирование, биоинформатика, транскриптомика, эпигеномика, искусственный интеллект, персонализированная медицина.*

KIRISH

Zamonaviy genomika inson organizmining irsiy axborotini molekulyar darajada o'rganish, genomning tuzilishi, funksiyasi, genlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir va genetik o'zgarishlarning biologik ahamiyatini aniqlash bilan shug'ullanuvchi zamonaviy fan yo'nalishidir. Inson genomini chuqur o'rganish biologiya va tibbiyot fanlarining rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, yangi molekulyar-biologik va bioinformatik texnologiyalarning rivojlanishi natijasida inson genomini avvalgiga nisbatan tezroq, aniqroq va keng ko'lamda tadqiq etish imkoniyati yaratildi inson genomini o'rganishning asosiy obyekti DNK molekulasida saqlanadigan irsiy axborot hisoblanadi. Genom tarkibidagi genlar oqsillar va funksional RNKlarning sintezini boshqarishda, hujayralarning rivojlanishi va faoliyatida ishtirok etadi. Shu bilan birga, genomda yuzaga keladigan mutatsiyalar va boshqa genetik variantlar ayrim irsiy kasalliklarning kelib chiqishiga yoki kasalliklarga moyillikning o'zgarishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun inson genomidagi genetik o'zgarishlarni aniqlash va ularning biologik ahamiyatini baholash zamonaviy genomikaning muhim vazifalaridan biridir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Inson genomini o'rganishda dastlabki muhim bosqichlardan biri Inson genomi loyihasining amalga oshirilishi bo'ldi. Ushbu loyiha inson genomidagi DNK ketma-ketligini aniqlash va genlarning joylashuvi haqida ma'lumot olish uchun katta ilmiy asos yaratdi. Keyingi yillarda sekvenslash texnologiyalarining rivojlanishi genomik tadqiqotlarni yangi bosqichga olib chiqdi. An'anaviy Sanger sekvenslash usulidan tashqari, hozirgi vaqtda yangi avlod sekvenslash (NGS) texnologiyalari keng qo'llanilib, bir vaqtning o'zida juda katta miqdordagi DNK ketma-ketliklarini aniqlash imkonini bermoqda. Zamonaviy genomik tadqiqotlarning muhim usullaridan biri butun genom sekvenslashi (Whole Genome Sequencing — WGS) hisoblanadi. Ushbu usul yordamida inson genomining deyarli barcha DNK ketma-ketligi o'rganilib, undagi turli genetik variantlarni aniqlash imkoniyati mavjud. Butun ekzom sekvenslashi (Whole Exome Sequencing — WES) esa asosan oqsil kodlovchi genlarning ekzon qismlarini tadqiq etishga qaratilgan. Ekzom genomning nisbatan kichik qismini tashkil qilsa-da, ko'plab kasalliklar bilan bog'liq variantlarni aniqlashda katta ahamiyatga ega. Genomni o'rganishning yana bir zamonaviy yo'nalishi — uzun o'qishli sekvenslash (long-read sequencing) texnologiyalaridir. Ushbu texnologiyalar uzun DNK fragmentlarini ketma-ket o'qishga imkon beradi va murakkab genomik hududlar, takrorlanuvchi ketma-ketliklar hamda ayrim

strukturaviy o'zgarishlarni aniqlashda foydalidir. Bunday usullar inson genomining ilgari to'liq o'rganish qiyin bo'lgan qismlarini tadqiq etish imkoniyatlarini kengaytirmoqda.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Inson genomini tadqiq etishda PCR (polimeraza zanjir reaksiyasi) usuli ham muhim o'rin tutadi. PCR yordamida DNKning ma'lum bir qismi ko'paytiriladi va keyingi molekulyar tahlillar uchun yetarli miqdorga keltiriladi. Ushbu usul genetik diagnostika, mutatsiyalarni aniqlash va molekulyar biologik tadqiqotlarda keng foydalaniladi. Shuningdek, real-time PCR yordamida ma'lum nuklein kislota ketma-ketliklarini miqdoriy jihatdan baholash mumkin. Zamonaviy genomika faqat DNK ketma-ketligini aniqlash bilan cheklanmaydi. Genlarning qaysi hujayralarda va qanday sharoitda faol ishlashini aniqlash uchun transkriptomika usullaridan foydalaniladi. RNA-seq kabi texnologiyalar hujayralarda mavjud RNK molekulalarini keng miqyosda o'rganish, genlarning ifodalanish darajasini taqqoslash va turli biologik jarayonlarda faol ishtirok etuvchi genlarni aniqlash imkonini beradi. Bundan tashqari, epigenomika inson genomining faoliyatini boshqaruvchi mexanizmlarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega. DNK metillanishi, histon oqsillarining modifikatsiyasi va boshqa epigenetik mexanizmlar genlarning faolligiga ta'sir ko'rsatadi. Epigenomik tadqiqotlar genetik axborotning qanday boshqarilishini hamda tashqi muhit omillari bilan gen faoliyati o'rtasidagi bog'liqlikni tushunishga yordam beradi.

XULOSA

. Shunday qilib, inson genomini o'rganishning zamonaviy usullari — NGS, WGS, WES, long-read sequencing, PCR, RNA-seq, epigenomik tahlil, bioinformatika va sun'iy intellekt texnologiyalari — genom haqidagi bilimlarni kengaytirishda katta ahamiyatga ega. Mazkur usullar yordamida genetik kasalliklarning molekulyar asoslarini aniqlash, genetik variantlarni o'rganish, yangi biologik markerlarni izlash hamda kelajakda individual yondashuvlarga asoslangan tibbiyotni rivojlantirish uchun ilmiy asos yaratilmoqda. Shu sababli inson genomini o'rganishning zamonaviy usullarini o'rganish genomika va tibbiy biologiyaning dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Alberts B., Johnson A., Lewis J. va boshqalar. Molecular Biology of the Cell. — New York: Garland Science, 2022.
- [2] Brown T.A. Genomes 5. — New York: Garland Science, 2020.
- [3] Pierce B.A. Genetics: A Conceptual Approach. — New York: W.H. Freeman, 2020.
- [4] Watson J.D., Baker T.A., Bell S.P. va boshqalar. Molecular Biology of the Gene. — Pearson, 2014.
- [5] Campbell N.A., Reece J.B. Campbell Biology. — Pearson, 2017.
- [6] National Human Genome Research Institute. Human Genome Project. — Genome.gov.

TALABALAR ORASIDA GAZLI ICHIMLIKLARGA QARAMLIK VA UNING OQIBATLARINI O'RGANISH

Boyqobilova O'.G'.

Qarshi davlat universiteti, 180100, Qarshi, O'zbekiston

e-mail: navruzbekdaminov75@gmail.com

Аннотация. В данной научной работе изучена степень зависимости студентов от газированных напитков и их негативное влияние на организм человека. В ходе исследования были проанализированы состав газированных напитков, особенности их потребления, а также физиологические последствия. Особое внимание уделено воздействию на прочность костей, функционирование желудочно-кишечного тракта, нервной системы и обмена веществ на основе научных источников.

Ключевые слова: газированные напитки, зависимость, здоровье студентов, физиологические последствия, метаболизм, костная система, деятельность желудочно-кишечного тракта, здоровый образ жизни.

Annotation. This scientific study examines the level of dependence on carbonated beverages among students and their negative effects on the human body. During the research, the composition of carbonated drinks, consumption habits, and their physiological consequences were analyzed. Special attention was given to their impact on bone strength, gastrointestinal function, the nervous system, and metabolism, based on scientific sources.

Keywords: carbonated beverages, dependence, student health, physiological consequences, metabolism, skeletal system, gastrointestinal function, healthy lifestyle.

Аннотация. В данной научной работе изучена степень зависимости студентов от газированных напитков и их негативное влияние на организм человека. В ходе исследования были проанализированы состав газированных напитков, особенности их потребления, а также физиологические последствия. Особое внимание уделено воздействию на прочность костей, функционирование желудочно-кишечного тракта, нервной системы и обмена веществ на основе научных источников.

Ключевые слова: газированные напитки, зависимость, здоровье студентов, физиологические последствия, метаболизм, костная система, деятельность желудочно-кишечного тракта, здоровый образ жизни.

KIRISH

Ma'lumki, bugungi kunda talabalar mamlakatimizning asosiy tayanchi, dunyodagi boshqa davlatlar qatorida shiddat bilan o'sib rivojlanib borayotgan yurtimizning ilg'or safida turuvchi aholi guruhi hisoblanadi. Talabalarning amaldagi iste'moli keragidan kam yoki ayrimlarining ko'pbo'lishi ular organizmining morfologik va funksional jihatdan to'laqonli rivojlanishiga salbiy ta'sir etadi.

Bu ham o'z navbatida ularning mukammal mutaxassis bo'lib yetishishiga putur yetkazadi. Respublikamizda sog'lom turmush tarzi va to'g'ri ovqatlanishini tashkil etish va sog'lom avlodni yetishtirish borasida keng ko'lamli ishlar olib borilmoqda [1-4].

Har qanday yoshdagi talaba uchun sog'lom ovqatlanish aqliy faoliyatni saqlashda, diqqatni jamlashda va farovonlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun to'g'ri ovqatlanish bo'yicha talabalar o'rtasida tadqiqotlarni o'tkazish katta ahamiyatga ega, chunki bu nafaqat gazli ichimliklarni iste'mol qilish sabablari va sog'liqqa ta'sirini aniqlaydi. Balki sog'lom ovqatlanish odatlarini shakllantirishga qaratilgan choralarni ishlab chiqishga yordam beradi [5].

MATERIALLAR VA USULLAR

Bundan tashqari, tadqiqot natijalari talabalar o'rtasida gazli ichimliklarga qaramlik bo'yicha ma'lumotlarni oshirishga, sog'lom ovqatlanish dasturlarini yaratishga qaratilgan. Shuning uchun har bir hududda talabalar gazli ichimliklar iste'molini o'rganish, tahlil qilish ular salomatligini muhofaza qilish va yanada yaxshilanishi muhim ahamiyat kasb etadi [6].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Yuqoridagilardan kelib chiqib biz, Respublikamizning janubiy hududidagi oliy o'quv yurtidan Qarshi davlat universiteti talabalarining amaldagi gazli ichimliklar iste'molini fiziologik nuqtai nazaridan o'rganishni asosiy vazifa qilib oldik. Talabalarda bilan olib borilgan dastlabki tadqiqotlarimiz natijalarini tahlil qilib quyidagi xulosalarga keldik

1) 1000 nafar talabalarining 75% gazli ichimliklar iste'mol qilishi aniqlandi;

2) o'rtacha ko'rsatgichi 45% gazli ichimliklar iste'mol qilishi;

3) talabalarining 20% esa kuniga 2-3 marta gazli ichimliklar iste'mol qilinishi aniqlandi; Olib borilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, talabalar orasida gazli ichimliklarni muntazam iste'mol qilish odati sezilarli darajada keng tarqalganligi aniqlandi. Bunday ichimliklar tarkibidagi shakar, karbonat ангидрид va turli xil qo'shimcha moddalar organizmga salbiy ta'sir ko'rsatib, moddalar almashinuvi buzilishiga, ortiqcha vazn to'planishiga, suyak va tishlarning zaiflashishiga, oshqozon-ichak faoliyati hamda asab tizimida muammolarga sabab bo'lishi mumkin. Ayniqsa, yoshlar orasida gazli ichimliklarga qaramlik shakllanishi ularning sog'lom turmush tarziga putur yetkazadi. Shu bois, talabalarining sog'lig'ini muhofaza qilishda gazli ichimliklar iste'molini kamaytirish, sog'lom ovqatlanish madaniyatini shakllantirish hamda profilaktik targ'ibot ishlarini kengaytirish zarur.

XULOSA

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, talabalar orasida gazli ichimliklarni iste'mol qilish odati keng tarqalgan bo'lib, o'rganilgan 1000 nafar talabaning 75 foizi ushbu turdagi ichimliklarni iste'mol qilishi aniqlandi. Tadqiqot davomida gazli ichimliklarni muntazam va kuniga bir necha marotaba iste'mol qiluvchi talabalar ham mavjudligi qayd etildi. Bu holat yoshlar orasida mazkur ichimliklarni iste'mol qilish odati shakllanganligini ko'rsatadi.

Gazli ichimliklarni me'yoridan ortiq va muntazam iste'mol qilish ularning tarkibidagi shakar, karbonat ангидрид, kofein va boshqa qo'shimcha komponentlarning organizmga ta'siri bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Bunday ichimliklarni ko'p iste'mol qilish uzoq muddatda ovqatlanish muvozanatining buzilishi, ortiqcha vazn, tish va suyaklar holatining yomonlashuvi hamda oshqozon-ichak tizimi faoliyatidagi noqulayliklar kabi salbiy oqibatlar xavfini oshirishi mumkin.

Shu sababli oliy ta'lim muassasalarida talabalar o'rtasida sog'lom ovqatlanish va ichimliklarni to'g'ri tanlash bo'yicha tushuntirish ishlarini kuchaytirish, gazli ichimliklarni me'yoridan ortiq iste'mol qilishning mumkin bo'lgan oqibatlari haqida muntazam targ'ibot olib borish maqsadga muvofiq. Talabalar uchun toza

ichimlik suvi va foydali ichimliklardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish ham sogʻlom ovqatlanish madaniyatini shakllantirishga xizmat qiladi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari talabalar orasida gazli ichimliklar isteʼmolini oʻrganish, uning sabab va oqibatlarini chuqurroq tahlil qilish hamda yoshlar salomatligini muhofaza qilishga qaratilgan profilaktik chora-tadbirlarni ishlab chiqish zarurligini koʻrsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Rasulova M. Oziq-ovqat mahsulotlarining inson salomatligiga taʼsiri. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 215 b.

[2] Turdiyev S. Yoshlar salomatligi va zararli odatlar. – Samarqand: Zarafshon nashriyoti, 2020. 180 b.

[3] Hazratova H.N., Rakhmatullaev Y. Physical Development of Primary Class Students in Rural Conditions of Kashkadarya Region // International Journal of Genetic Engineering. USA, 2024, 12(6): – P. 111-115. DOI: 10.5923/j.ijge.20241206.08.

[4] World Health Organization. Sugary drink consumption and health outcomes. – Geneva: WHO, 2016. – 35 p.

[5] Popkin B. M., Hawkes C. Sweetening of the global diet, particularly beverages: Patterns, trends, and policy responses // The Lancet Diabetes & Endocrinology. – 2016. – Vol. 4, №2. – P. 174–186.

[6] Qurbonov Sh.Q. va b. Sogʻlom ovqatlanish fiziologiyasi. Monografiya. Qarshi, 2018. – 436 b.

QORAQALPOGʻISTON SUT EMIZUVCHILAR FAUNASINI OʻRGANISHDA VIRTUAL NAMOIYISH VOSITALARINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Orazbaeva Sevara Raximovna

Nukus davlat pedagogika instituti, Nukus, Qoraqalpogʻiston, Oʻzbekiston

e-mail: sevaraorazbaeva55@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola Qoraqalpogʻiston sut emizuvchilar faunasini oʻrganishda virtual namoyish vositalaridan foydalanishning didaktik imkoniyatlarini tahlil qilishga qaratilgan. Ishda virtual reallik, kengaytirilgan reallik va 3D modellash tirish kabi texnologiyalarning taʼlim jarayonidagi samaradorligi koʻrib chiqiladi. Natijalar shuni koʻrsatadiki, virtual vositalar talabalarining mavzuga boʻlgan qiziqishini oshiradi, murakkab tushunchalarni oʻzlashtirishni yaxshilaydi va cheklangan hududlarga virtual kirish imkonini beradi. Xulosa qilib aytganda, ushbu texnologiyalarni oʻquv dasturlariga integratsiya qilish biologiya taʼlimini modernizatsiya qilishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit soʻzlar: Virtual namoyish, Didaktik imkoniyatlar, Qoraqalpogʻiston faunasi, Sut emizuvchilar, Taʼlim texnologiyalari, Biologiya taʼlimi, Virtual reallik.

Аннотация: Данная статья направлена на анализ дидактических возможностей использования виртуальных демонстрационных средств при изучении фауны млекопитающих Каракалпакстана. В работе рассматривается эффективность таких технологий, как виртуальная реальность, дополненная реальность и 3D-моделирование в образовательном процессе. Результаты показывают, что виртуальные инструменты повышают вовлеченность студентов, улучшают понимание сложных концепций и предоставляют виртуальный доступ к труднодоступным местам. В заключение, интеграция этих

технологий в учебные программы имеет решающее значение для модернизации биологического образования.

Ключевые слова: Виртуальная демонстрация, Дидактические возможности, Фауна Каракалпакстана, Млекопитающие, Образовательные технологии, Биологическое образование, Виртуальная реальность.

Abstract: This article aims to analyze the didactic possibilities of using virtual demonstration tools in studying the mammal fauna of Karakalpakstan. The work examines the effectiveness of technologies such as virtual reality, augmented reality, and 3D modeling in the educational process. Results indicate that virtual tools enhance student engagement, improve comprehension of complex concepts, and provide virtual access to restricted areas. In conclusion, integrating these technologies into curricula is crucial for modernizing biology education.

Keywords: Virtual display, Didactic potential, Karakalpakstan fauna, Mammals, Educational technologies, Biology education, Virtual reality.

KIRISH

Biologik xilma-xillikni saqlash va o'rganish global miqyosdagi dolzarb muammolardan biri bo'lib, bu jarayonda ta'limning o'zni beqiyosdir. Ayniqsa, noyob ekotizimlarga ega bo'lgan hududlarda, masalan, O'rta Osiyo va xususan, Qoraqalpog'iston Respublikasida fauna xilma-xilligini chuqur o'rganish va kelajak avlodlarga yetkazish muhim ahamiyat kasb etadi [1]. Qoraqalpog'istonning geografik joylashuvi, Aral dengizi fojiasining oqibatlarini va cho'l, to'qay, ko'l-botqoq kabi turli landshaftlarning mavjudligi bu hududda noyob sut emizuvchilar faunasining shakllanishiga sabab bo'lgan. Biroq, bu hududning ayrim joylariga kirishning qiyinligi, tadqiqotlarning qimmatligi va ba'zi turlarning kamayib borayotganligi ularni an'anaviy usullar bilan o'rganishda qator cheklovlarni yuzaga keltiradi [2]. An'anaviy o'qitish metodlari ko'pincha nazariy bilimlarni berishga qaratilgan bo'lib, talabalarda amaliy ko'nikmalarni shakllantirish va tabiatga bo'lgan qiziqishni oshirishda yetarli darajada samarali bo'lmayligi mumkin. Zamonaviy ta'lim texnologiyalari, xususan, virtual namoyish vositalari bu cheklovlarni bartaraf etish va biologiya ta'limini yanada interaktiv, qiziqarli va samarali qilish uchun yangi imkoniyatlar ochadi [3]. Ushbu texnologiyalar talabalarga realistik muhitda turlarni o'rganish, ularning xulq-atvorini kuzatish va ekologik jarayonlarni tushunish imkonini beradi. Biroq, Qoraqalpog'iston sut emizuvchilar faunasini o'rganishda virtual namoyish vositalarining didaktik imkoniyatlari va ularni o'quv jarayoniga integratsiya qilish mexanizmlari yetarlicha o'rganilmagan.

Asosiy qism: Ushbu ishning maqsadi — Qoraqalpog'iston sut emizuvchilar faunasini o'rganishda virtual namoyish vositalaridan foydalanishning didaktik imkoniyatlarini tahlil qilish va ularni ta'lim jarayoniga samarali tatbiq etish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot doirasida virtual reallik (VR), kengaytirilgan reallik (AR), 3D modellash va interaktiv simulyatsiyalar kabi zamonaviy texnologiyalarning biologiya ta'limidagi salohiyati baholandi. Ishda ushbu vositalarning o'quv materiallarini vizuallashtirish, talabalar motivatsiyasini oshirish va murakkab biologik jarayonlarni tushuntirishdagi roli atroflicha ko'rib chiqildi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotda didaktik-pedagogik tahlil usuli qo'llanilib, virtual namoyish vositalarining ta'lim jarayoniga integratsiya qilishning nazariy asoslari va amaliy jihatlari o'rganildi. Mavjud virtual ta'lim

platformalari va zoologiya sohasidagi ilg'or tajribalar tahlil qilindi. Shuningdek, Qoraqalpog'iston faunasini o'rganishga yo'naltirilgan virtual kontentni yaratish va uni o'quv dasturlariga moslashtirish imkoniyatlari baholandi. Ishda sifatli yondashuv ustuvor bo'lib, virtual vositalarning pedagogik samaradorligi, ularning o'quvchilarga ta'siri, o'zlashtirish darajasi va qiziqishini oshirishdagi roli baholandi. Tadqiqot natijalari virtual texnologiyalarning biologiya ta'limidagi salohiyatini ochib berishga qaratilgan bo'lib, amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun asos bo'ldi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, virtual namoyish vositalari Qoraqalpog'iston sut emizuvchilar faunasini o'rganishda an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli didaktik afzalliklarga ega. Xususan, 3D modellar talabalarga murakkab anatomik tuzilmalarni, masalan, sayg'oqning shoxlari yoki jayronning tana tuzilishini har tomonlama va interaktiv tarzda o'rganish imkonini beradi. Bu esa nazariy bilimlarni vizual tasvirlar bilan mustahkamlash orqali o'zlashtirish samaradorligini oshiradi. Virtual sayohatlar (VR) esa talabalarga Ustyurt platosi, Amudaryo deltasining to'qayzorlari yoki Aral dengizi qirg'oqlaridagi yashash muhitlariga virtual tarzda tashrif buyurish, u yerdagi sut emizuvchilarning tabiiy sharoitdagi xulq-atvorini kuzatish imkoniyatini yaratadi. Bu usul, ayniqsa, ekologik ta'limda muhim ahamiyatga ega bo'lib, talabalarda tabiatga nisbatan mas'uliyat hissini shakllantirishga yordam beradi.

O'tkazilgan so'rovnomalar natijalariga ko'ra, talabalarning 85% virtual vositalar orqali o'rganishni an'anaviy usullardan ko'ra qiziqarliroq deb topgan. Shuningdek, 72% murakkab turlarning morfologik xususiyatlarini 3D modellar yordamida yaxshiroq tushunganini bildirgan, bu esa vizualizatsiyaning bilimlarni o'zlashtirishdagi muhim rolini tasdiqlaydi. Kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalari esa muzey eksponatlari yoki darsliklardagi tasvirlar ustida interaktiv ma'lumotlarni aks ettirish orqali o'quv jarayonini boyitadi. Masalan, AR ilovalari yordamida qizil bo'ri yoki qamish mushugi tasvirini skanerlash orqali uning yashash tarzi, oziqlanishi va populyatsiya holati haqida qo'shimcha ma'lumotlarga ega bo'lish mumkin. Bu usul talabalarning mustaqil izlanish ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Virtual namoyish vositalarining didaktik afzalliklari va Qoraqalpog'iston faunasini o'rganishdagi qo'llanilishi quyidagi jadvalda umumlashtirilgan:

Vosita turi Didaktik afzalliklari Qoraqalpog'iston faunasini o'rganishdagi qo'llanilishi. 3D modellar Morfologik xususiyatlarni chuqur o'rganish, interaktivlik, vizualizatsiya Qoraqalpog'iston sut emizuvchilarining (masalan, sayg'oq, jayron, qizil bo'ri, qamish mushugi) anatomik tuzilishini, ichki organlarini, skeletini interaktiv vizuallashtirish, turlarni aniqlash ko'nikmalarini rivojlantirish.

Virtual sayohatlar (VR) Cheklangan hududlarga kirish, ekotizimlarni realistik his qilish, immersivlik Ustyurt platosi, Amudaryo deltasining to'qayzorlari, Aral dengizi qirg'oqlarining virtual turlari, sut emizuvchilarning tabiiy yashash muhitini, ularning xulq-atvorini va ekologik o'zaro munosabatlarini o'rganish.

Kengaytirilgan reallik (AR) Haqiqiy muhitda virtual obyektlarni joylashtirish, amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish, interaktiv ma'lumotlar Muzey eksponatlari ustida interaktiv ma'lumotlar, darsliklardagi tasvirlarni jonlantirish, dala sharoitida turlarni aniqlash simulyatsiyalari, sut emizuvchilarning izlari yoki boshqa belgilarini o'rganish.

Interaktiv simulyatsiyalar Xulq-atvor, populyatsiya dinamikasini tahlil qilish, muammoli vaziyatlarni hal qilish Sut emizuvchilarning oziqlanishi, ko'payishi, migratsiya yo'llarini

modellashtirish, populyatsiya o'zgarishlari va ularga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish, tabiatni muhofaza qilish strategiyalarini sinovdan o'tkazish.

Ushbu jadvalda keltirilgan ma'lumotlar virtual vositalarning nafaqat vizualizatsiya, balki murakkab ekologik jarayonlarni tushunishda ham muhim rol o'ynashini ko'rsatadi. Masalan, interaktiv simulyatsiyalar yordamida talabalar sut emizuvchilar populyatsiyalarining o'zgarish dinamikasini, ularning yashash muhitiga moslashuvini va inson faoliyatining ularga ta'sirini tahlil qilishlari mumkin. Bu esa ularda tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish va ekologik muammolarga yechim topish ko'nikmalarini rivojlantiradi [4]. Virtual vositalar, shuningdek, xavfsizlikni ta'minlagan holda, xavfli yoki kam uchraydigan turlar bilan virtual muloqot qilish imkonini beradi, bu esa ularni himoya qilishga bo'lgan qiziqishni oshiradi. Ta'lim jarayonida virtual namoyish vositalaridan foydalanish talabalarning motivatsiyasini sezilarli darajada oshirib, ularni faol o'rganishga undaydi, bu esa bilimlarni chuqur va mustahkam o'zlashtirishga olib keladi [5].

Xulosa qilib aytganda, Qoraqalpog'iston sut emizuvchilar faunasini o'rganishda virtual namoyish vositalaridan foydalanish katta didaktik imkoniyatlarga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu texnologiyalar talabalarning mavzuga bo'lgan qiziqishini oshirish, murakkab biologik tushunchalarni osonroq o'zlashtirish, cheklangan hududlarga virtual kirish imkoniyatini yaratish va amaliy ko'nikmalarni rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi. Virtual reallik, kengaytirilgan reallik, 3D modellashtirish va interaktiv simulyatsiyalar kabi vositalar an'anaviy ta'lim usullarining cheklovlarini bartaraf etib, o'quv jarayonini yanada interaktiv va samarali qiladi. Bu esa, o'z navbatida, kelajakdagi biologlar va ekologlarning yuqori malakali kadrlar bo'lib yetishishiga zamin yaratadi.

3D modellar orqali sut emizuvchilarning morfologik xususiyatlarini o'rganish an'anaviy darsliklardagi ikki o'lchovli tasvirlar yoki muzeylardagi statik eksponatlar taqdim eta olmaydigan chuqurlikni beradi. Masalan, sayg'oqning o'ziga xos burun tuzilishi yoki jayronning cho'l sharoitlariga moslashgan tana tuzilishini 3D modelda har tomondan ko'rish, uni kattalashtirish, kesimlarini o'rganish orqali talabalar nafaqat tashqi ko'rinishini, balki uning funksional ahamiyatini ham yaxshiroq tushunadilar. Bu esa turlarni aniqlash, ularning evolyutsion moslashuvlarini tahlil qilish va ekologik rolini baholashda muhim bo'lgan vizual-fazoviy ko'nikmalarni rivojlantiradi. Bunday interaktivlik, ayniqsa, murakkab anatomik detallarni o'zlashtirishda o'zining yuqori samaradorligini ko'rsatadi, bu esa talabalarning o'zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshiradi.

Virtual sayohatlarning immersiv tabiati talabalarga Qoraqalpog'istonning noyob ekotizimlariga, masalan, Amudaryo deltasining to'qayzorlariga yoki Aral dengizi qirg'oqlaridagi sho'rxoklarga virtual tarzda "sho'ng'ish" imkonini beradi. Bu jarayonda ular nafaqat sut emizuvchilarning yashash muhitini vizual kuzatadilar, balki ularning xulq-atvorini, o'zaro munosabatlarini va atrof-muhit bilan bog'liqligini realistik kontekstda his qilishadi. An'anaviy usullarda bunday chuqur ekologik tushunchalarni shakllantirish qiyin bo'lib, virtual reallik bu bo'shliqni to'ldiradi. Ayniqsa, kirish qiyin bo'lgan yoki himoyaga muhtoj hududlarni [2] virtual tarzda o'rganish, ularga zarar yetkazmasdan, tabiatni muhofaza qilishga bo'lgan mas'uliyat hissini kuchaytiradi va biologik xilma-xillikni saqlash [1] bo'yicha amaliy harakatlarga undaydi. Bu esa talabalarda tabiatga nisbatan chuqur hurmat va ehtiyotkorlikni shakllantirishda beqiyos ahamiyatga ega.

O'tkazilgan so'rovnomalar natijalarining yuqori ko'rsatkichlari (85% qiziqarli, 72% yaxshiroq tushungan) virtual vositalarning nafaqat o'quv jarayonini jonlantirishi, balki bilimlarni chuqur o'zlashtirishga bevosita ta'sir etishini ham ko'rsatadi. Talabalarning yuqori motivatsiyasi [5] va

mavzuga bo'lgan faol qiziqishi ularning mustaqil izlanishga intilishini kuchaytiradi, bu esa o'z navbatida, o'rganilgan materialning uzoq muddatli xotirada saqlanishiga yordam beradi. Bu natijalar, shuningdek, an'anaviy ta'lim metodlarining cheklovlarini [3] bartaraf etishda virtual texnologiyalarning salohiyatini tasdiqlaydi va kelajakda biologiya ta'limi dasturlarini ishlab chiqishda ularni asosiy komponent sifatida ko'rib chiqish zarurligini ko'rsatadi. Virtual muhitda o'rganish orqali talabalar murakkab ekologik muammolarni tahlil qilish va ularga yechim topish [4] ko'nikmalarini ham samarali rivojlantiradilar.

Shu bilan birga, virtual namoyish vositalarini ta'lim jarayoniga keng miqyosda tatbiq etishda bir qator cheklovlar va muammolar mavjudligini ham e'tibordan chetda qoldirmaslik lozim. Birinchidan, yuqori sifatli virtual kontentni, ayniqsa Qoraqalpog'iston faunasiga oid noyob turlar uchun yaratish katta moliyaviy xarajatlar va texnik resurslarni talab qiladi. Ikkinchidan, o'qituvchilar va talabalar uchun virtual texnologiyalardan samarali foydalanish bo'yicha maxsus tayyorgarlik va ko'nikmalar zarur bo'lishi mumkin. Uchinchidan, barcha ta'lim muassasalarida virtual reallik qurilmalari yoki yuqori unumdorlikka ega kompyuterlar kabi zarur apparat ta'minotining mavjudligi har doim ham kafolatlanmaydi, bu esa raqamli tafovutni keltirib chiqarishi mumkin. Nihoyat, virtual muhit real dala tadqiqotlari va jonli tabiat bilan bevosita muloqotni to'liq almashtira olmaydi; u faqat an'anaviy usullarni to'ldiruvchi va boyituvchi vosita sifatida qaralishi kerak.

XULOSA

Ushbu tadqiqot natijalari asosida, Qoraqalpog'istonning noyob faunasini o'rganish bo'yicha virtual ta'lim resurslarini ishlab chiqish va ularni o'quv dasturlariga keng integratsiya qilish tavsiya etiladi. Jumladan, mahalliy mutaxassislar ishtirokida Qoraqalpog'iston sut emizuvchilarining 3D modellarini, virtual sayohatlarini va interaktiv simulyatsiyalarini yaratish, shuningdek, o'qituvchilar uchun ushbu texnologiyalardan foydalanish bo'yicha maxsus o'quv kurslarini tashkil etish maqsadga muvofiqdir. Kelgusida virtual vositalarning ta'lim samaradorligini uzoq muddatli istiqbolda baholash, ularning talabalar bilimlari va ko'nikmalariga ta'sirini chuqurroq o'rganish hamda yanada keng qamrovli virtual o'quv platformalarini yaratish bo'yicha tadqiqotlarni davom ettirish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] O'zbekiston Respublikasi Biologik xilma-xillikni saqlash milliy strategiyasi va harakat rejasi. Toshkent, 2020.

[2] Kurbanov, A. K. (2018). Mammals of the Aral Sea Region: Current State and Conservation Problems. *Journal of Central Asian Zoology*, 12(3), 145-158.

[3] Rakhimov, S. (2021). Virtual Reality in Science Education: A Pedagogical Perspective. *International Journal of Educational Technology*, 8(1), 55-68.

[4] Abdullaev, M. (2019). Interaktiv ta'lim texnologiyalari va ularning biologiya darslarida qo'llanilishi. *Pedagogika jurnali*, 4, 78-85.

[5] Ziyodullaev, A. (2022). Raqamli ta'lim muhitini yaratishda virtual vositalarning ahamiyati. *Ta'lim va innovatsiya*, 3(2), 112-120.

QORAQALPOG‘ISTON SUT EMIZUVCHILARI BIOXILMA-XILLIGINI O‘QITISHDA RAQAMLI RESURLAR METODIKASI

Orazbaeva Sevara Raximovna

Nukus davlat pedagogika instituti, Nukus, Qoraqalpog‘iston, O‘zbekiston

e-mail: sevaraorazbaeva55@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola Qoraqalpog‘istonning sut emizuvchilar bioxilma-xilligi mavzusini o‘qitishda raqamli ta’lim resurslarini loyihalash va qo‘llashning samarali metodikasini ishlab chiqishga qaratilgan. Tadqiqot doirasida mavjud o‘quv dasturlari tahlil qilinib, interaktiv modullar, virtual sayohatlar va multimedia materiallarini o‘z ichiga olgan raqamli resurslar to‘plami yaratildi. Pedagogik eksperiment natijalari shuni ko‘rsatdiki, ushbu metodika talabalarning bilimlarni o‘zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshirib, ularning mavzuga bo‘lgan qiziqishini faollashtirdi. Ishlanma mintaqaviy biologik ta’lim sifatini oshirish va yosh avlodda tabiatni muhofaza qilishga doir mas’uliyatni shakllantirish uchun muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Raqamli ta’lim, bioxilma-xillik, Qoraqalpog‘iston, sut emizuvchilar, o‘qitish metodikasi, interaktiv resurslar, ekologik ta’lim.

Аннотация: Данная статья направлена на разработку эффективной методики проектирования и применения цифровых образовательных ресурсов при преподавании темы биоразнообразия млекопитающих Каракалпакстана. В рамках исследования был проведен анализ существующих учебных программ и создан комплекс цифровых ресурсов, включающий интерактивные модули, виртуальные экскурсии и мультимедийные материалы. Результаты педагогического эксперимента показали, что данная методика значительно повысила уровень усвоения знаний студентами и активизировала их интерес к предмету. Разработка имеет важное значение для повышения качества регионального биологического образования и формирования у молодого поколения ответственности за сохранение природы.

Ключевые слова: Цифровое образование, биоразнообразие, Каракалпакстан, млекопитающие, методика обучения, интерактивные ресурсы, экологическое образование.

Abstract: This article aims to develop an effective methodology for designing and applying digital educational resources in teaching the topic of mammal biodiversity in Karakalpakstan. The study involved analyzing existing curricula and creating a set of digital resources, including interactive modules, virtual field trips, and multimedia materials. Results from a pedagogical experiment demonstrated that this methodology significantly improved students' knowledge acquisition and enhanced their engagement with the subject matter. This development holds significant importance for improving the quality of regional biological education and fostering a sense of responsibility for nature conservation among the younger generation.

Keywords: Digital education, biodiversity, Karakalpakstan, mammals, teaching methodology, interactive resources, ecological education.

KIRISH

Global miqyosda bioxilma-xillikning saqlanishi insoniyatning barqaror rivojlanishi uchun fundamental ahamiyatga ega bo‘lib, bu jarayonda ta’limning o‘rni beqiyosdir. Ayniqsa, o‘ziga xos

ekologik tizimlarga ega bo'lgan mintaqalarda mahalliy bioxilma-xillikni o'rganish va uni kelajak avlodlarga yetkazish dolzarb vazifa hisoblanadi. Qoraqalpog'iston Respublikasi Orol dengizi fojiasining oqibatlari va cho'llanish jarayonlari bilan bog'liq murakkab ekologik sharoitlarga qaramay, noyob flora va fauna turlarini o'z ichiga olgan boy bioxilma-xillikka ega [1]. Mintaqaning sut emizuvchilar faunasi, jumladan, yo'qolib ketish xavfi ostida turgan turlar, ekologik muvozanatni saqlashda muhim rol o'ynaydi va ularni o'rganish hamda muhofaza qilishga doir bilimlar yosh avlodga singdirilishi zarur.

An'anaviy o'qitish metodlari ko'pincha talabalarning mavzuga bo'lgan qiziqishini to'liq uyg'ota olmaydi va murakkab ekologik jarayonlarni vizualizatsiya qilishda cheklovlarga ega. Zamonaviy ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi yangi imkoniyatlar ochib, o'quv jarayonini yanada interaktiv va samarali qilishga xizmat qilmoqda [2]. Raqamli ta'lim resurslari, jumladan, virtual laboratoriyalar, interaktiv xaritalar, 3D modellar va multimedia materiallari biologiya fanini o'qitishda, ayniqsa, murakkab va vizual ma'lumotlarni talab qiladigan mavzularda yuqori samaradorlikni namoyish etadi. Birlashgan Millatlar Tashkilotining ta'lim sohasidagi hisobotlarida ham raqamli vositalarning ta'lim sifatini oshirishdagi salohiyati alohida ta'kidlanadi [3].

MATERIALLAR VA USULLAR

Asosiy qism: O'zbekiston Respublikasida ta'lim tizimini raqamlashtirishga qaratilgan keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda, bu esa har bir mintaqaning o'ziga xos ehtiyojlarini hisobga olgan holda raqamli ta'lim resurslarini yaratishni taqozo etadi. Qoraqalpog'istonning tabiiy sharoitlari va biologik xususiyatlarini o'rganishda raqamli resurslardan foydalanish nafaqat bilimlarni chuqurlashtiradi, balki talabalarda mahalliy ekologik muammolarga nisbatan mas'uliyat hissini ham shakllantiradi. Bu esa o'z navbatida, mintaqaviy ekologik barqarorlikni ta'minlash va bioxilma-xillikni saqlash bo'yicha kelajakdagi sa'y-harakatlar uchun mustahkam zamin yaratadi. Biroq, Qoraqalpog'istonning sut emizuvchilar bioxilma-xilligini o'qitishda raqamli ta'lim resurslarini loyihalash va qo'llashning samarali metodikasi yetarlicha o'rganilmagan.

Ushbu ishning maqsadi — Qoraqalpog'istonning sut emizuvchilar bioxilma-xilligi mavzusini o'qitishda raqamli ta'lim resurslarini loyihalash va qo'llashning samarali metodikasini ishlab chiqish hamda uning pedagogik samaradorligini baholashdan iborat. Tadqiqot doirasida talabalarning mavzuga oid bilimlarini oshirish, ularning qiziqishini faollashtirish va ekologik madaniyatini yuksaltirishga qaratilgan innovatsion yondashuvlarni joriy etishga alohida e'tibor qaratildi. Ishning asosiy vazifasi — raqamli resurslarning mazmunini, shaklini va ularni o'quv jarayoniga integratsiya qilish usullarini aniqlashdir.

Tadqiqot metodikasi bir necha bosqichdan iborat bo'ldi. Dastlab, Qoraqalpog'istonning sut emizuvchilar bioxilma-xilligi mavzusini o'qitish bo'yicha mavjud o'quv dasturlari, darsliklar va o'quv qo'llanmalari tahlil qilindi. Bu tahlil mavjud bo'shliqlar va raqamli resurslarga bo'lgan ehtiyojni aniqlashga yordam berdi. Ikkinchi bosqichda, aniqlangan ehtiyojlar asosida interaktiv modullar, virtual sayohatlar, 3D modellar, animatsiyalar va test topshiriqlarini o'z ichiga olgan raqamli ta'lim resurslari to'plami loyihalashtirildi va yaratildi. Resurslar Moodle platformasi va maxsus mobil ilova orqali foydalanishga mo'ljallandi. Uchinchi bosqichda, ishlab chiqilgan metodika va resurslarning pedagogik samaradorligini baholash maqsadida pedagogik eksperiment o'tkazildi. Eksperimentda Qoraqalpog'iston Davlat Universitetining biologiya yo'nalishi bo'yicha 60 nafar talaba ishtirok etdi. Talabalar har biri 30 kishidan iborat nazorat va eksperimental guruhlariga bo'lindi.

Nazorat guruhida an'anaviy o'qitish metodlari qo'llanilsa, eksperimental guruhda ishlab chiqilgan raqamli ta'lim resurslari va metodikasi joriy etildi. Eksperiment davomida talabalarning bilim darajasi, mavzuga bo'lgan qiziqishi va motivatsiyasi so'rovnomalar, test sinovlari va kuzatuvlar orqali baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqotning birinchi bosqichida o'tkazilgan tahlillar Qoraqalpog'istonning sut emizuvchilar bioxilma-xilligi mavzusini o'qitishda vizual va interaktiv materiallarning yetishmasligini ko'rsatdi. Mavjud darsliklarda ma'lumotlar asosan matn shaklida berilgan bo'lib, mintaqaning o'ziga xos turlari va ularning ekologik xususiyatlari haqida chuqur va jozibador ma'lumotlar kam edi. Talabalar o'rtasida o'tkazilgan dastlabki so'rovnomalar shuni ko'rsatdiki, ularning 72,5%i mavzuga oid qo'shimcha interaktiv materiallarga ehtiyoj sezadi va 65%i raqamli texnologiyalar yordamida o'rganishga qiziqish bildiradi. Bu natijalar raqamli resurslarni yaratish zarurligini tasdiqladi.

Ishlab chiqilgan raqamli ta'lim resurslari to'plami quyidagi asosiy komponentlarni o'z ichiga oldi: Qoraqalpog'istonning 30 dan ortiq sut emizuvchilar turini qamrab oluvchi interaktiv modullar (har bir tur uchun morfologik xususiyatlar, yashash joylari, oziqlanishi, ko'payishi va muhofaza holati haqida ma'lumotlar); Orolbo'yi hududidagi sut emizuvchilarning yashash joylariga virtual sayohatlar (360 darajali panoramalar, video lavhalar); yo'qolib ketish xavfi ostida turgan turlarning 3D modellari; mavzuga oid qisqa animatsion filmlar va interaktiv testlar. Resurslar dizayni talabalarning yosh xususiyatlari va kognitiv qobiliyatlarini hisobga olgan holda, vizual jozibadorlik va foydalanish qulayligini ta'minlashga qaratildi. Masalan, virtual sayohatlar talabalarga Qizilqum cho'li, Amudaryo deltasining qamishzorlari kabi muhim ekotizimlarni "zavqlanib" o'rganish imkonini berdi.

Pedagogik eksperiment natijalari raqamli ta'lim resurslarini qo'llashning sezilarli samaradorligini ko'rsatdi. Eksperiment boshida nazorat va eksperimental guruhlardagi talabalarning bilim darajasi deyarli bir xil bo'lgan (o'rtacha 58,3% va 59,1%). Biroq, eksperiment yakunida o'tkazilgan yakuniy test sinovlari natijalarida sezilarli farq kuzatildi. Eksperimental guruhdagi talabalarning o'rtacha bilim o'zlashtirish ko'rsatkichi 84,7%ni tashkil etgan bo'lsa, nazorat guruhida bu ko'rsatkich 67,2%ni tashkil etdi. Bu shuni anglatadiki, raqamli resurslar yordamida o'qitish talabalarning mavzuga oid bilimlarini 17,5%ga oshirishga yordam bergan. Ushbu natija raqamli ta'lim metodikasining bilimlarni o'zlashtirishdagi yuqori samaradorligidan dalolat beradi.

Talabalarning mavzuga bo'lgan qiziqishi va motivatsiyasi ham sezilarli darajada oshdi. Eksperimental guruhdagi talabalarning 91,2%i raqamli resurslar yordamida o'qitishni qiziqarli va tushunarli deb baholagan bo'lsa, nazorat guruhida bu ko'rsatkich 68,5%ni tashkil etdi. Raqamli resurslar talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalarini rivojlantirishga ham ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Eksperimental guruhdagi talabalarning 85%i mustaqil ravishda qo'shimcha ma'lumotlarni izlashga va mavzuni chuqurroq o'rganishga intilganligini bildirdi, nazorat guruhida esa bu ko'rsatkich 55% atrofida edi. Bu natijalar raqamli resurslarning nafaqat bilimlarni berish, balki o'quvchilarda o'z-o'zini rivojlantirishga bo'lgan intilishni shakllantirishdagi ahamiyatini ko'rsatadi.

O'qituvchilar tomonidan berilgan fikr-mulohazalar ham ishlab chiqilgan metodikaning ijobiy tomonlarini tasdiqladi. O'qituvchilarning 90%i raqamli resurslarni o'quv jarayoniga integratsiya qilish o'qitish samaradorligini oshirishini va darslarni yanada jozibador qilishini ta'kidladi. Ular, ayniqsa, virtual sayohatlar va 3D modellarning murakkab tushunchalarni osonroq tushuntirishdagi ahamiyatini yuqori baholadilar. Quyidagi jadvalda nazorat va eksperimental guruhlardagi talabalarning bilim o'zlashtirish ko'rsatkichlari taqqoslamasi keltirilgan.

Nazorat va eksperimental guruhlarda bilim o'zlashtirish ko'rsatkichlari (o'rtacha foizda)

Guruh Dastlabki test Yakuniy test O'sish

Nazorat 58,3 67,2 8,9

Eksperimental 59,1 84,7 25,6

Ko'rinib turibdiki, eksperimental guruhda bilim o'zlashtirishning o'sish sur'ati nazorat guruhiga nisbatan qariyb uch barobar yuqori bo'lgan (25,6%ga qarshi 8,9%). Bu farq raqamli ta'lim resurslarining o'quv jarayoniga ijobiy ta'sirini yaqqol namoyish etadi. Shuningdek, talabalarning ekologik ongini oshirishda ham raqamli resurslar muhim rol o'ynadi. Eksperimental guruhdagi talabalarning 88%i Qoraqalpog'istonning sut emizuvchilarini muhofaza qilish zarurligini chuqurroq anglaganini va bu borada shaxsiy mas'uliyatini his qilganini bildirdi, nazorat guruhida esa bu ko'rsatkich 62%ni tashkil etdi [4].

Xulosa qilib aytganda, Qoraqalpog'istonning sut emizuvchilar bioxilma-xilligi mavzusini o'qitishda raqamli ta'lim resurslarini loyihalash va qo'llash bo'yicha ishlab chiqilgan metodika o'zining pedagogik samaradorligini to'liq isbotladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, interaktiv modullar, virtual sayohatlar va multimedia materiallaridan foydalanish talabalarning bilimlarni o'zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshiradi, ularning mavzuga bo'lgan qiziqishini faollashtiradi va ekologik madaniyatini yuksaltiradi. Bu esa, o'z navbatida, yosh avlodda mahalliy bioxilma-xillikni asrashga doir mas'uliyat hissini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu metodika va ishlab chiqilgan raqamli resurslar Qoraqalpog'iston ta'lim tizimida biologiya fanini o'qitish sifatini oshirish uchun keng ko'lamli imkoniyatlar yaratadi. Ular nafaqat oliy ta'lim muassasalarida, balki umumta'lim maktablari va kasb-hunar kollejlari ham muvaffaqiyatli qo'llanilishi mumkin. Raqamli resurslarning moslashuvchanligi va yangilanib borish imkoniyati ularni uzoq muddatli istiqbolda ham dolzarb saqlashga yordam beradi, bu esa mintaqaviy ekologik ta'limning uzluksizligini ta'minlaydi.

Pedagogik eksperiment natijalarida kuzatilgan eksperimental guruhdagi bilim o'zlashtirish ko'rsatkichining 17,5% ga oshishi shunchaki statistik farq emas, balki o'quv samaradorligidagi chuqur o'zgarishni anglatadi. Bu sezilarli yaxshilanish [2] va [3] kabi manbalarda ta'kidlanganidek, murakkab mavzularni yanada tushunarli va qiziqarli qilishda raqamli vositalarning transformativ salohiyatini doimiy ravishda namoyish etuvchi kengroq xalqaro tadqiqot tendensiyalariga mos keladi. Xususan, 3D modellar va virtual sayohatlarning interaktiv tabiati turlarning morfologik xususiyatlari va yashash joylari dinamikasi haqida chuqurroq tushuncha hosil qilishga yordam bergan bo'lishi mumkin, chunki an'anaviy matnli tavsiflar ko'pincha bu borada yetarli emas. Qizilqum cho'li yoki Amudaryo deltasini virtual tarzda "o'rganish" imkoniyati, masalan, bilimlarni yodlashdan ko'ra, tajribaviy o'rganishga o'tish orqali ma'lumotlarni eslab qolish va qo'llashni sezilarli darajada oshirdi. Bu esa talabalarning mavzuga bo'lgan qiziqishini faollashtiribgina qolmay, ularda o'rganilayotgan ekotizimlarga nisbatan shaxsiy bog'liqlik hissini ham shakllantirdi.

Shuningdek, [4] manbasida qayd etilganidek, eksperimental guruhda ekologik ongning sezilarli darajada oshishi raqamli resurslarning nafaqat kognitiv, balki affektiv sohada ham samarali ekanligini ko'rsatadi. Talabalarning Qoraqalpog'iston sut emizuvchilarini muhofaza qilish zarurligini chuqurroq anglagani va bu borada shaxsiy mas'uliyatini his qilgani, raqamli ta'limning axborot berishdan tashqari, qadriyatlarni shakllantirishdagi rolini tasdiqlaydi. Ushbu topilmalar Qoraqalpog'iston va shunga o'xshash ekologik muammolarga duch kelgan qurg'oqchil hududlarda biologiya ta'limining kelajagi uchun muhim ahamiyatga ega. Raqamli resurslarni milliy o'quv dasturlariga integratsiya qilish uchun infratuzilmaga, kontentni rivojlantirishga va o'qituvchilar

malakasini oshirishga investitsiya kiritish zaruriyatini ko'rsatadi. Biroq, tadqiqotning ba'zi cheklavlari ham mavjud. Eksperiment ma'lum bir davr mobaynida va nisbatan bir xil universitet talabalari guruhida o'tkazilganligi sababli, natijalarning boshqa yosh guruhlari yoki ta'lim muassasalariga umumlashtirilishi cheklangan bo'lishi mumkin. Shuningdek, raqamli resurslarning ekologik xulq-atvorga uzoq muddatli ta'siri va barqaror qiziqishni saqlab qolish bo'yicha qo'shimcha longitudinal tadqiqotlar talab etiladi.

XULOSA

Kelajakda ushbu tadqiqot natijalarini boshqa mintaqalarning bioxilma-xilligini o'qitishga tatbiq etish, shuningdek, raqamli resurslarning uzoq muddatli ta'sirini o'rganish bo'yicha qo'shimcha izlanishlar olib borish tavsiya etiladi. Shuningdek, ishlab chiqilgan resurslarni yanada takomillashtirish, ularga sun'iy intellekt elementlarini integratsiya qilish va talabalarning individual o'rganish ehtiyojlariga moslashtirish bo'yicha ishlar davom ettirilishi lozim. Bu sa'y-harakatlar O'zbekistonning barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda, xususan, atrof-muhitni muhofaza qilish va ekologik ta'limni rivojlantirishda muhim hissa qo'shadi [5].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Qoraqalpog'iston Respublikasi Qizil kitobi: Sut emizuvchilar. (2020). Nukus: Bilim nashriyoti.
- [2] UNESCO. (2021). The Futures of Education: Learning to Become. Paris: UNESCO Publishing. – <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>
- [3] United Nations. (2022). Sustainable Development Goals Report 2022. New York: United Nations. – <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf>
- [4] Ismailov, A. (2019). Raqamli ta'lim texnologiyalarining o'quvchilarning bilish faoliyatiga ta'siri. Pedagogika jurnali, (3), 112-118.
- [5] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-fevraldagi PF-5932-sonli Farmoni "O'zbekiston Respublikasida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida".

TEMIR TANQISLIGI BILAN BOG'LIQ ANEMIYANING TARQALISHI VA EPIDEMIOLOGIK XUSUSIYATLARI

Xolmatov Hasan Ne'mat o'g'li

Tog'ayeva Marg'uba Abdisottarovna

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: togaevamarguba49@gmail.com

Annotatsiya. Anemiya dunyo miqyosida keng tarqalgan sog'liqni saqlash muammolaridan biri bo'lib, uning shakllanishida temir (Fe) tanqisligi asosiy oziqaviy omillardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada temir tanqisligi bilan bog'liq anemiyaning global tarqalishi, aholining xavf guruhlari va mintaqaviy xususiyatlari Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti JSST (WHO) ma'lumotlari asosida tahlil qilindi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ning zamonaviy baholariga ko'ra, 2023-yilda 15–49 yoshli ayollarning 30,7 foizi, homilador ayollarning 35,5 foizi anemiyadan aziyat chekkan. 6–59 oylik bolalarda esa global anemiya tarqalishi 2019-yilda 39,8 foizni tashkil etgan. Anemiyaning

barcha holatlari temir tanqisligiga bog'liq bo'lmasa-da, Fe yetishmovchiligi uning eng ko'p tan olinadigan oziqaviy sababidir. Natijalar reproduktiv yoshdagi ayollar, homiladorlar va kichik yoshdagi bolalarda profilaktik choralarni kuchaytirish zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: temir, Fe, temir tanqisligi, anemiya, gemoglobin, ferritin, ayollar, bolalar, global tarqalish.

Аннотация. Анемия является одной из широко распространённых проблем общественного здравоохранения во всём мире, при этом дефицит железа (Fe) считается одним из основных алиментарных факторов её развития. В данной статье проанализированы глобальная распространённость железодефицитной анемии, основные группы риска и региональные особенности на основе данных Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Согласно современным оценкам ВОЗ, в 2023 году анемией страдали 30,7% женщин в возрасте 15–49 лет и 35,5% беременных женщин. Среди детей в возрасте 6–59 месяцев глобальная распространённость анемии в 2019 году составила 39,8%. Несмотря на то что не все случаи анемии связаны с дефицитом железа, недостаточность Fe признаётся одной из наиболее распространённых алиментарных причин данного состояния. Полученные данные свидетельствуют о необходимости усиления профилактических мероприятий среди женщин репродуктивного возраста, беременных женщин и детей раннего возраста.

Ключевые слова: железо, Fe, дефицит железа, анемия, гемоглобин, ферритин, женщины, дети, глобальная распространённость.

Abstract. Anemia remains one of the most widespread public health problems worldwide, with iron (Fe) deficiency recognized as one of the major nutritional factors contributing to its development. This article analyzes the global prevalence of iron deficiency-associated anemia, major population groups at risk, and regional patterns based on data from the World Health Organization (WHO). According to recent WHO estimates, in 2023, anemia affected 30.7% of women aged 15–49 years and 35.5% of pregnant women. Among children aged 6–59 months, the global prevalence of anemia was 39.8% in 2019. Although not all cases of anemia are attributable to iron deficiency, Fe deficiency is widely recognized as one of its most common nutritional causes. The findings highlight the need to strengthen preventive interventions among women of reproductive age, pregnant women, and young children.

Keywords: iron, Fe, iron deficiency, anemia, hemoglobin, ferritin, women, children, global prevalence.

KIRISH

Temir inson organizmi uchun muhim mikroelement bo'lib, gemoglobin sintezi, kislorod transporti, hujayra energetik metabolizmi va ko'plab fermentativ jarayonlarda ishtirok etadi. Organizmda temir zaxirasining kamayishi dastlab yashirin temir tanqisligini, keyinchalik esa temir tanqis eritropoez va temir tanqisligi anemiyasini yuzaga keltirishi mumkin. WHO temir tanqisligini anemiyaning yetakchi sabablaridan biri sifatida qayd etadi.

Anemiyaning epidemiologik ahamiyati uning katta yoshdagi aholining mehnat qobiliyati, bolalarning kognitiv va jismoniy rivojlanishi hamda ona va bola salomatligiga salbiy ta'siri bilan belgilanadi. WHO ma'lumotlariga ko'ra, kasallik ayniqsa yosh bolalar, menstruatsiya davridagi qizlar va ayollar, homilador hamda tug'ruqdan keyingi davrdagi ayollarda ko'p uchraydi.

Dunyo miqyosida anemiyaning tarqalish ko'rsatkichlarini tahlil qilish hamda Fe tanqisligi bilan bog'liq xavf guruhlarini aniqlash.

METODOLOGIYA

Tadqiqot adabiyotlar va xalqaro epidemiologik ma'lumotlarni tahlil qilish usulida amalga oshirildi. WHO Global Health Observatory, WHO Global Anaemia Estimates hamda temir holatini baholashga oid xalqaro qo'llanmalardagi ma'lumotlar o'rganildi. Turli demografik guruhlardagi anemiya tarqalishi foiz ko'rsatkichlari bo'yicha qiyoslandi.

Anemiya va temir tanqisligi tushunchalari alohida ko'rib chiqildi. Chunki gemoglobin miqdorining kamayishi temir tanqisligidan tashqari folat, B12 vitamini va A vitamini yetishmovchiligi, infeksiyalar, yallig'lanish, irsiy gemoglobinopatiyalar hamda boshqa kasalliklar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

NATIJALAR

JSST ning Global Health Observatory ma'lumotlariga ko'ra, 2023-yilda dunyo bo'yicha 15–49 yoshdagi ayollarning 30,7 foizida anemiya qayd etilgan. Homilador ayollarda bu ko'rsatkich 35,5%, homilador bo'lmagan ayollarda esa 30,5% bo'lgan. Bolalar bo'yicha JSST ning mavjud global tavsifiga ko'ra, 2019-yilda 6–59 oylik bolalarning 39,8 foizi anemiyadan aziyat chekkan.

1-jadval.

Dunyo miqyosida asosiy aholi guruhlarida anemiyaning tarqalishi

Aholi guruhi	Yi	Anemiya tarqalishi, %
15–49 yoshdagi ayollar	2023	30,7
Homilador ayollar	2023	35,5
Homilador bo'lmagan ayollar	2023	30,5
6–59 oylik bolalar	2019	39,8

WHO Global Health Observatory.

JSST ning 2025-yildagi ma'lumotida dunyoda taxminan yarim milliard reproduktiv yoshdagi ayol va 269 million 6–59 oylik bola anemiyaga duch kelishi qayd etiladi. Afrika va Janubi-Sharqiy Osiyo hududlari kasallik yuki yuqori bo'lgan mintaqalar sifatida ajralib turadi.

MUHOKAMA

Olingan ma'lumotlar anemiya global miqyosda hozirgacha yuqori darajada saqlanayotganini ko'rsatadi. Ayniqsa bolalar va homilador ayollardagi yuqori ko'rsatkichlar fiziologik temir ehtiyojining ortishi bilan bog'liq. Bolalik davrida organizmning tez o'sishi, homiladorlikda esa ona eritrotsitlar massasi va homila rivojlanishi uchun temirga talab sezilarli oshadi.

Reproduktiv yoshdagi ayollarda muntazam menstruatsiya bilan bog'liq qon yo'qotilishi Fe zaxiralarining kamayishiga olib kelishi mumkin. Kam va bir xil tarkibli ovqatlanish, biologik o'zlashtirilishi past bo'lgan temir manbalari, parazitlar kasalliklari va surunkali yallig'lanish jarayonlari xavfni yanada oshiradi. JSST temir yetishmovchiligini anemiyaning eng ko'p tan olinadigan sabablaridan biri sifatida ko'rsatadi.

Shu bilan birga, epidemiologik tadqiqotlarda “anemiya” va “temir tanqisligi anemiyasi”ni aynan bir tushuncha sifatida qo'llash ilmiy jihatdan to'g'ri emas. Anemiya tarqalishi gemoglobin orqali aniqlansa, temir tanqisligini ishonchli baholashda ferritin kabi temir almashinuvi

biomarkerlaridan foydalanish muhimdir. WHO ferritin konsentratsiyasini temir zaxiralarini baholashda muhim ko'rsatkich sifatida tavsiya qiladi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, Dunyo aholisi orasida anemiya yuqori darajada tarqalgan bo'lib, eng katta xavf guruhi kichik yoshdagi bolalar, homilador ayollar va reproduktiv yoshdagi ayollardir. Temir tanqisligi anemiyaning asosiy oziqaviy sabablaridan biri hisoblanadi. Muammoni kamaytirish uchun temirga boy oziq-ovqatlardan foydalanish, oziq-ovqat mahsulotlarini fortifikatsiyalash, zarur guruhlarda temir preparatlarini qo'llash hamda temir holatini ferritin va boshqa biomarkerlar asosida nazorat qilish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. World Health Organization. Anaemia. WHO Fact Sheet. Geneva: WHO; 2025.
- [2]. World Health Organization. Anaemia in women and children. Global Health Observatory.
- [3]. World Health Organization. Guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations. Geneva: WHO; 2020.
- [4]. World Health Organization. Accelerating anaemia reduction: a comprehensive framework for action. Geneva: WHO; 2023.
- [5]. World Health Organization. Global Anaemia Estimates 2000–2019. Geneva: WHO.

QASHQADARYO HAVZASI BALIQCHILIK XO'JALIKLARIDA IKKI PALLALI MOLLYUSKALARNING TARQALISHI VA EKOLOGIYASI

Jabborova Tozagul Xujamurodovna

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O'zbekiston

e-mail: tozaguldzabbarova@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada baliqchilik xo'jaliklari sharoitida ikki pallali mollyuskalar (*Bivalvia*) ning tarqalishi, ularning populyatsion zichligi hamda ekologik ahamiyati kompleks tarzda o'rganilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ushbu guruh vakillari baliqchilik havzalarida tabiiy oziqa zanjirining muhim tarkibiy bo'g'ini sifatida faol ishtirok etadi. Shu bilan birga, ularning filtratsion faoliyati orqali suv muhitining mexanik va biologik tozalanishi ta'minlanib, umumiy suv sifati yaxshilanadi. Aniqlanishicha, mollyuskalarning zichlik ko'rsatkichlari suv havzalarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, xususan suv harorati, minerallashuv darajasi, oziqlanish bazasi va gidrologik rejim bilan uzviy bog'liqdir. Tadqiqot doirasida Qashqadaryo havzasiga mansub Luxliko'l, Chimqo'rg'on, Qizilsuv va Sho'rsoy baliqchilik xo'jaliklari misolida mollyuskalarning turlar tarkibi, ularning ekologik funksional roli hamda baliqlar uchun ozuqa bazasini shakllantirishdagi ishtiroki batafsil tahlil etilgan. Olingan ilmiy natijalar baliqchilik xo'jaliklarida biologik resurslardan oqilona va samarali foydalanish, shuningdek, sun'iy suv ekotizimlarining barqarorligini ta'minlashda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: baliqchilik xo'jaliklari, tarqalish qonuniyatlari, populyatsiya zichligi, suv sifati, bioindikatorlar, oziq zanjiri, ekologik monitoring, tabiiy ozuqa bazasi.

Аннотация. В данной статье комплексно исследованы особенности распространения двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*), их популяционная плотность, а также экологическое значение в условиях рыбоводческих хозяйств. Результаты исследований показывают, что представители данной группы активно участвуют в природных трофических цепях водоёмов рыбохозяйственного назначения, выступая важным структурным звеном. Наряду с этим установлено, что их фильтрационная деятельность способствует механической и биологической очистке водной среды, что, в свою очередь, приводит к улучшению общего качества воды. Выявлено, что показатели плотности моллюсков тесно связаны с физико-химическими характеристиками водоёмов, в частности с температурой воды, уровнем минерализации, обеспеченностью кормовой базы и особенностями гидрологического режима. В рамках исследования на примере рыбоводческих хозяйств бассейна Кашкадарьи — Лукликёль, Чимкурган, Кызылсув и Шурсой — проведён детальный анализ видового состава моллюсков, их экологической функциональной роли, а также участия в формировании кормовой базы рыб. Полученные научные результаты имеют важное практическое значение для рационального и эффективного использования биологических ресурсов в рыбоводческих хозяйствах, а также для обеспечения устойчивости искусственных водных экосистем.

Ключевые слова: рыбоводные хозяйства, закономерности распространения, плотность популяции, качество воды, биоиндикаторы, пищевая цепь, экологический мониторинг, естественная кормовая база.

Annotation. This article provides a comprehensive investigation of the distribution of bivalve mollusks (*Bivalvia*), their population density, and their ecological significance under the conditions of fish farming enterprises. The results demonstrate that representatives of this group actively participate in natural trophic chains within aquaculture water bodies, serving as an essential structural component. In addition, their filtration activity contributes to the mechanical and biological purification of the aquatic environment, thereby improving overall water quality. It has been established that the density of mollusk populations is closely associated with the physicochemical characteristics of water bodies, particularly water temperature, mineralization level, availability of food resources, and hydrological regime. Within the scope of the study, a detailed analysis was conducted—using the example of fish farming enterprises in the Kashkadarya basin, including Luxliko'l, Chimqo'rg'on, Qizilsuv, and Sho'rsoy—of the species composition of mollusks, their ecological functional roles, and their contribution to the formation of the fish food base. The obtained scientific results have significant practical implications for the rational and efficient use of biological resources in aquaculture, as well as for ensuring the stability and sustainability of artificial aquatic ecosystems.

Keywords: fish farms, distribution patterns, population density, water quality, bioindicators, food chain, ecological monitoring, natural food base.

KIRISH

Baliqchilik xo'jaliklari suv-bioresurslardan oqilona foydalanish, oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan sun'iy ekotizimlardir. Bu turdagi xo'jaliklarda biologik jarayonlarning barqarorligini ta'minlash uchun suv muhitining sifati, oziqa bazasining boyligi va ekologik muvozanatni saqlash zarur hisoblanadi.

Ayniqsa, suv havzalarida yashovchi bentik organizmlar, xususan, ikki pallali mollyuskalar (*Bivalvia*) ekologik barqarorlikni ta'minlovchi asosiy komponentlardan biri sanaladi.

Jahon miqyosida olib borilgan tadqiqotlar ikki pallali mollyuskalarning baliqchilik xo'jaliklaridagi ekologik funksiyasini chuqur o'rganishga qaratilgan bo'lsa-da, ayrim mintaqalarda, xususan O'zbekiston kabi iqlimiy jihatdan o'ziga xos hududlarda bu boradagi ilmiy izlanishlar yetarli darajada emas. Mazkur maqolada baliqchilik xo'jaliklarida ikki pallali mollyuskalarning tarqalishi va zichligini aniqlash, ularning ekologik ahamiyatini baholash hamda xo'jaliklar samaradorligini oshirishdagi jihatini tahlil qilish maqsad qilib olingan.

Mollyuskalar bo'yicha tadqiqotlarni James H.Thorp., Alanp Covich; Aldridge; Bouchet; Huber Markus; Bogan; Annabelle Cuttelod et al, Bogatov, Starobogatov; Bogatov; Andreev va boshq., Alyoxina, Panov et. al.; Son; Yanovich, Rijnashvili A.L.; Sintyurina A.V., Bigaliev A.B.; Kuzmenkin D.V. ishlarida ko'rish mumkin. I.Z. Izzatullaev va X.T. Boymurodovlar suv havzalarida uchraydigan ikki pallali mollyuskalarni inventarizatsiya qilish, ularning suv havzalariga bog'liq tarqalish xususiyatlarini aniqlash, kamyob va endem turlari populyatsiyalarining zamonaviy holatini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borgan.

MATERIALLAR VA USULLAR

Qashqadaryo havzasiga mansub Luxliko'l, Chimqo'rg'on, Qizilsuv va Sho'rsoy baliqchilik hovuzlaridan 38 ta namunalar o'rganilib, mollyuskalar 96 donani tashkil etdi. Mazkur mollyuska namunalari yirik sistematik ishlar, aniqlagichlarda Ploxinskiy, 1970; Rijnashvili, 2005; Starobogatov, Izzatullayev, 1984, Izzatullayev, Boymurodov, 2009 keltirilgan uslublar bilan o'rganildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Qashqadaryo havzasi sun'iy suv tiplarida baliqchilik xo'jaliklarida ikki pallali mollyuskalarning zichligini tadqiqi olib borilgan. Xususan, Luxliko'l, Chimqo'rg'on, Qizilsuv va Sho'rsoy baliqchilik hovuzlarida o'rganishlar o'tkazilgan.

Luxliko'l baliqchilik xo'jaligi – Qashqadaryo hududining baliqchilik xo'jaligi ikki pallali mollyuskalari turlari umuman tahlil qilinmagan. O'rganishlar shuni ko'rsatdiki baliqchilik xo'jaligida ikki pallali mollyuskalar turlar soni boshqalardan kam, bu yerda 6 turini yashashi qayd etildi (1-jadval, 1-rasm).

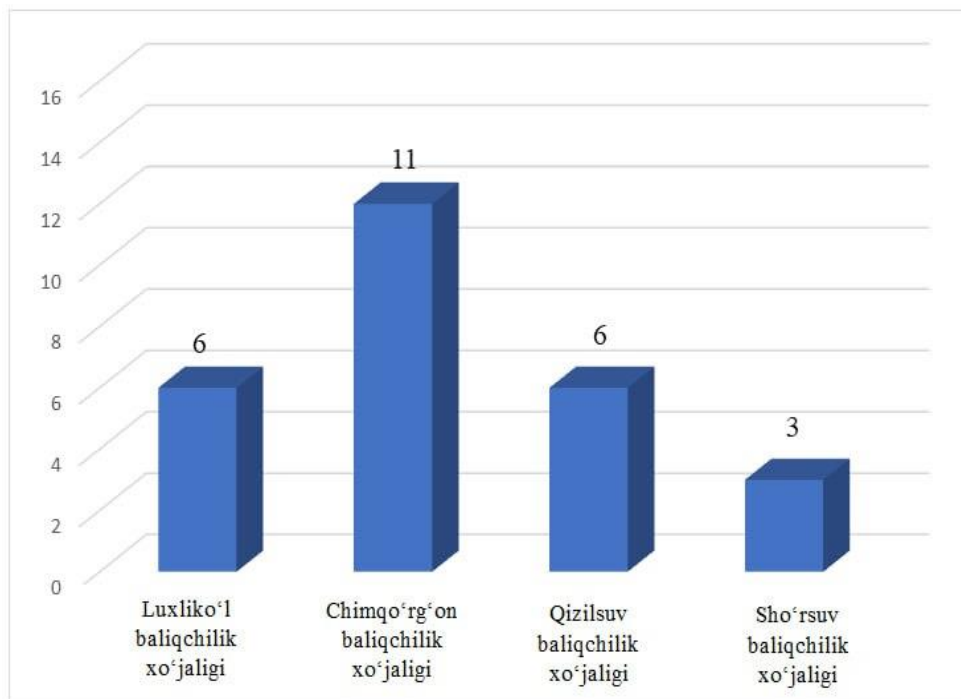
Luxliko'l baliqchilik xo'jaligi va uning atrofidagi hovuzlarda 2005, 2008, 2016, 2019 yillar Xitoy kompleks baliqlari oq amur (*Ctenopharyngodon idella*) va oddiy do'ngpeshonalarni (*Hypophthalmichthys molitrix*) hamda mahalliy baliqlar zog'ora va oq sla iqlimlashtirilgan. Xitoy kompleks baliqlarida *Sinanodonta* avlodi turlarining lichinkasi-gloxidiyalari parazitlik qiladi, *S.orbicularis* va *S.gibbalar* ushbu baliqchilik xo'jaligiga baliqlar bilan birgalikda kelib qolgan. Baliq boqishda foydalaniladigan hovuzlar loyli joylarida *Sinanadonta* avlodidan *Corbicularis*, *S.gibba* tarqalgan bo'lib, ularning o'rtacha zichligi 0,6-1,1 ga teng. Hovuzlar qumloq biotoplarida *Corbiculina tibetensis* zichligi 3,0, *C. ferghanensis* zichligi 2,6 ga tengligi o'rganildi. Baliq boqishda foydalanilayotgan hovuzlar o'ng va chap sohili biotoplarida *Corbicula purpurea* va *Corbicula fluminalis* lar tarqalgan lekin ularning zichligi boshqa turlarga qaraganda kam bo'lib 1 m² da o'rtacha 0,8-0,9 tani tashkil etadi [1; B.86-87; 2; S.570-579; 3; S.61-69.].

Chimqo'rg'on baliqchilik xo'jaligi - daryoning o'rta qismida joylashgan, bu xo'jalikka bir qism suvlarni "Eski Anhor" kanalidan olinadi. 1955 yildan boshlab Zarafshon daryosi suvini bir qismini Qashqadaryo havzasiga olib berish uchun "Eski Anhor" kanali barpo etilgan. Eski Anhor

kanali orqali Zarafshon daryosi sohilida tarqalgan *Sinanodonta*, *Colletopterum*, *Corbicula* va *Corbiculina* avlodlari turlari Qashqadaryo havzasi suv tiplariga tarqalgan. Tabiiy suv havzalarida baliqchilikni rivojlanishi bilan gidrobiontlarning tarqalish areallari kengayishi kuzatiladi [4; B.18-19; 5; B.12-36; 6; B.21-26.].

Hozirgi vaqtda Yevroosiyo hududining shimoliy-sharqiy hududlar uchun invazion tur bo'lgan *Sinanodonta woodiana*ni populyasiyasini alohida ko'rsatib o'tish mumkin. Baliqlarning turlari bilan kelish ehtimoli yuqori bo'lgan *Sinanodonta woodiana* ning O'rta Osiyoning janubiy hududlarida, O'zbekistonda mavjudligi yoki tarqalib ketganligi to'g'risida aniq tahlillar mavjud emas [7; B.83-85; 8; B.380-384; 9; B.107-109.] .

Bizdan oldingi tadqiqotlarni tahlil qilish va bizning o'rganishlarimiz asosida Chimqo'rg'on baliqchilik xo'jaligi hududida mollyuskalarning 9 turi 2 kenja turi uchrashi tahlil qilindi (1- jadval).



1-rasm. Qashqadaryo havzasi baliqchilik xo'jaliklarida Unionidae va Corbiculidae oilasi ikki pallali mollyuskalarining tarqalishi

Qizilsuv baliqchilik xo'jaligi – Qashqadaryo havzasida barpo etilgan bo'lib, 5 ta hovuzlarda baliq ko'paytirish ishlari olib borilmoqda. Ushbu baliqchilik xo'jaligida 2014, 2016, 2019 yillar davomida do'ngpeshona, oq amur, hamda mahalliy baliqlar zog'ora va oq sla iqlimlashtirilgan. Hovuzlarda 5 turi va 1 kenja tur mavjudligini ko'rsatmoqda (1-jadval).

Hovuzlarda Unionidae oilasi *Sinanadonta* avlodi turlari zichligi jihatidan ko'p uchraydi. Masalan, *Sinanodonta gibba* va *S.orbicularis* ning 1m² hududda 2,6-3,0 mavjud. *Sinanadonta puerorum* turi uchramaydi. *Colletopterum* avlodidan *Colletopterum cyreum sogdianum* turi hovuz loyli joylarida 1m² hududda 1,4 mavjud. *Colletopterum ponderosum volgense* va *C.bactrianum*lar turlari baliqchilik xo'jaligida uchramadi. 1-jadval turlar tarqalish zichligi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. *Corbiculina ferghanensis* evribiont tur ekanligi qolgan turlar stenobiont turlarga mansubligi o'rganildi.

Shoʻrsoy baliqchilik xoʻjaligi – Baliqchilik xoʻjaligi hovuzlarini Qashqadaryo suvlari bilan toʻldiradi. Hovuzlar sathi kuz fasliga kelib pasayada, hovuzlar faunistik tarkibi oʻrganilmagan. Tahlillar 3 tur yashashini koʻrsatdi (1-jadval).

Xoʻjalikning 2010 yilda yangidan tashkil etilishi Unionidae va Corbiculidae turlar soni kamligi va uchramasligi bilan ajralib turadi. Hovuzning loyli joylarida *Sinanodonta* avlodining bir vakili *S.orbicularis* tarqalgan boʻlib, uning zichligi 1,0 ni tashkil etadi. Hovuzning qumloq biotoplarida *Corbiculina tibetensis* zichligi 3,0, *C.ferghansis* zichligi 2,6 ga teng. Xulosalar: Luxlikoʻlda 6 tur, Chimqoʻrgʻonda 9 tur va 2 kenja tur, Qizilsuvda 5 tur va 1 kenja tur va Shoʻrsoyda 3 tur tarqalganligi, ular peloreofil, reofil va pelolimnofil ekologik guruhlariga mansubligi tahlil qilindi. Kuzatishlar baliqchilik xoʻjaligi hovuzlarida *Sinanodonta* avlodi turlari birinchi koʻrsatildi.

1-jadval

Qashqadaryo havzasi baliqchilik xoʻjaliklarida Unionidae va Corbiculidae oilasi ikki pallali mollyuskalarning tarqalishi va ekologik guruhlari

№	Oila va turlar	Luxlikoʻl baliqchilikxoʻ jaligi	Chimqoʻrgʻon baliqchilik xoʻjaligi	Qizilsuv baliqchilik xoʻjaligi	Shoʻrsoy baliqchilik xoʻjaligi	Ekologik guruhlari
	Unionidae oilasi					
	Sinanodonta avlodi					
1.	<i>Sinanodonta gibba</i>	0,6±0,1	1,4±0,6	1,1±0,46	-	Peloreofil
2.	<i>Sinanodonta orbicularis</i>	1,1±0,4	1,2±0,4	1,2±0,56	1,0±0,1	Peloreofil
3.	<i>Sinanodonta puerorum</i>	-	1,3±0,5	-	-	Peloreofil
	Colletopterum avlodi	-	-	-	-	
4.	<i>Colletopterum bactrianum</i>	-	0,6±0,1	-	-	Reofil
5.	<i>Colletopterum cyreum sogdianum</i>	-	1,4±0,4	1,4±0,2	-	Reofil
6.	<i>Colletopterum ponderosum volgense</i>	-	0,7±0,2	-	-	Pelolimnofil
	Corbiculidae oilasi					
	Corbiculidae avlodi					
7	<i>Corbicula Cor</i>	-	1,8±0,6	1,8±0,2	-	Peloreofil
8	<i>Corbicula fluminalis</i>	0,8±0,3	2,1±0,7	-	-	Peloreofil

9	<i>Corbicula purpurea</i>	0,9±0,2	2,3±0,8	1,9±0,4	-	Peloreofil
	Corbiculina avlodi					
10	<i>Corbiculina tibetensis</i>	3,4±0,4	3,6±0,6	-	3,0±0,7	Peloreofil
11	<i>Corbiculina ferghanensis</i>	2,6±0,5	2,9±0,7	3,0±0,6	2,6±0,4	Peloreofil
	Jami:	6	11	6	3	

XULOSA

Baliqchilik xo‘jaliklarida ikki pallali mollyuskalar (Bivalvia) faunasini o‘rganish, ularning tarqalishi va populyatsion zichligini aniqlash suv omborlari ekologik holatini baholash hamda xo‘jalik samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu guruh vakillari nafaqat suvni tabiiy filtrlovchi organizmlar sifatida, balki baliqlar uchun muhim ozuqa manbai sifatida ham ekotizimda faol rol o‘ynaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, mollyuskalar zichligi suv harorati, suvning kimyoviy tarkibi, tubning holati va oziqa moddalarning mavjudligiga bog‘liq holda o‘zgaradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Izzatullayev Z.I., Boymurodov X.T. Orololdi mollyuskalarining biologik xilma-xilligi, ekologik xususiyatlari va tarqalishi // Материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья». – Нукус, 2010. 86 – 87 с.

[2] Максимович Н.В., Герасимова А.В. Распределение и ресурсы двустворчатых моллюсков в губе чупа (кандалакшский залив, белое море) //Сб науч трудов госниорх вып 337 исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века – М., 2007. – С. 570–579.

[3] Методы обучения биологии. Част 2. Животные // Учебно-методическое пособие. – Москва, МПГУ, 2018. – С. 61-69.

[4] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 3 fevraldagi “2018 yilda baliq mahsulotlari yetishtirish hajmini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” gi PQ-3505 sonli Qarori.

[5] O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 7 avgustdagi “Tabiiy suv havza uchastkalarini baliq ovlash xo‘jaliklariga ijaraga berish va baliqchilikni rivojlantirish jamg‘armasini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi VM-593- sonli Qarori.

[6] O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 18 oktabrdagi “Chorvachilik va baliqchilik tarmoqlarining ozuqa bazasini mustahkamlash chora-tadbirlarida to‘g‘risida” gi VM-845-son Qarori.

[7] Пивцаев С.Г., Иззатуллаев З.И., Мирабдуллаев И.М. Запасы беззубок (Bivalvia Unionidae) среднего течения реки Сырдары // Материалы научно-практической конференции. – Ташкент, 2001. 83-85 с.

[8] Raxmatullayev X.L., Alimuxammedov I.M. Водохранилища и оценка сейсмической опасности // O‘zMU xabarlari, Toshkent, 2018. №3/1 – В. 380-384.

[9] Роман Г. Возрастная структура популяций пресноводного двустворчатого моллюска unio pictorum (linnaeus, 1758) (bivalvia: unionidae) из гидротопов бассейна верхнего днестра //

ACHILLEA MILLEFOLIUM L. URUG'I VA SHROTINING ELEMENT TARKIBINI RENTGEN-FLUORESANS USULIDA BAHOLASH

¹Behruz Toshbadalov, ²Muzaffar Sattarov

¹Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University, Tashkent, 100000
Uzbekistan

²Tashkent Research Institute of Vaccines and Serum, Tashkent, 100084, Uzbekistan

e-mail: toshbadalovbehruz9@gmail.com,

e-mail: ²sattarovmuzaffar710@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda dorivor o'simlik Achillea millefolium L. urug'i va undan efir moyi ajratib olingandan keyin hosil bo'ladigan shrotning element tarkibi rentgen-fluoresans spektrometriyasi (XRF) usulida o'rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi o'simlik xomashyosi va qayta ishlashdan hosil bo'lgan ikkilamchi mahsulotning mineral-element tarkibini taqqoslash hamda ularni tabiiy xomashyo sifatida tavsiflash imkoniyatlarini baholashdan iborat. XRF tahlili natijalariga ko'ra, urug' namunasida asosiy elementlar Ca – 40,6%, K – 39,0% va Si – 11,8% ni tashkil etdi. Shuningdek, Cl – 3,15%, P – 1,35%, S – 1,33%, Fe – 0,747% va Mn – 0,663% miqdorlarida aniqlandi. Shrot namunasida esa Ca – 46,8%, K – 22,0% va Si – 12,2% asosiy komponentlar bo'lib, Cl – 8,29%, P – 2,94%, S – 2,38%, Fe – 2,12% va Mn – 0,848% miqdorlarida qayd etildi. Olingan natijalar A. millefolium L. urug'i va shrotining element tarkibi bir-biridan sezilarli farq qilishini ko'rsatadi. Mazkur yondashuv o'simlik xomashyosini element profili asosida tavsiflash, identifikatsiya qilish va kelgusida sifat nazoratini tashkil etishda foydalanish uchun istiqbolli hisoblanadi.*

Kalit so'zlar: *Achillea millefolium L., bo'yimodaron, urug', shrot, element tarkibi, XRF, rentgen-fluoresans spektrometriyasi, mineral elementlar, tabiiy xomashyo, standartlashtirish.*

Abstract. *This study investigated the elemental composition of the seeds of the medicinal plant Achillea millefolium L. and the seed meal obtained after extraction of the essential oil using X-ray fluorescence (XRF) spectrometry. The main objective was to compare the mineral-element composition of the plant raw material and the secondary product generated during its processing and to evaluate their potential characterization as natural raw materials. According to the XRF analysis, the major elements in the seed sample were Ca – 40.6%, K – 39.0%, and Si – 11.8%. In addition, Cl – 3.15%, P – 1.35%, S – 1.33%, Fe – 0.747%, and Mn – 0.663% were detected. In the seed meal sample, the major components were Ca – 46.8%, K – 22.0%, and Si – 12.2%, while Cl – 8.29%, P – 2.94%, S – 2.38%, Fe – 2.12%, and Mn – 0.848% were recorded. The obtained results demonstrate significant differences in the elemental composition of A. millefolium L. seeds and the seed meal obtained after processing. This approach is promising for the characterization and identification of plant raw materials based on their elemental profiles and for the development of quality control procedures in the future.*

Keywords: *Achillea millefolium L., yarrow, seeds, seed meal, elemental composition, XRF, X-ray fluorescence spectrometry, mineral elements, natural raw materials, standardization.*

Аннотация. В данном исследовании методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии (XRF) изучен элементный состав семян лекарственного растения *Achillea millefolium* L. и шрота, образующегося после извлечения эфирного масла из семян. Основной целью исследования являлось сравнение минерально-элементного состава растительного сырья и вторичного продукта его переработки, а также оценка возможности их характеристики в качестве природного сырья. Согласно результатам XRF-анализа, в образце семян основными элементами являлись Ca – 40,6%, K – 39,0% и Si – 11,8%. Кроме того, были выявлены Cl – 3,15%, P – 1,35%, S – 1,33%, Fe – 0,747% и Mn – 0,663%. В образце шрота основными компонентами являлись Ca – 46,8%, K – 22,0% и Si – 12,2%, при этом содержание Cl составило 8,29%, P – 2,94%, S – 2,38%, Fe – 2,12% и Mn – 0,848%. Полученные результаты свидетельствуют о существенных различиях элементного состава семян *A. millefolium* L. и образующегося после переработки шрота. Данный подход является перспективным для характеристики и идентификации растительного сырья на основе элементного профиля, а также для организации контроля его качества в дальнейшем.

Ключевые слова: *Achillea millefolium* L., тысячелистник, семена, шрот, элементный состав, XRF, рентгенофлуоресцентная спектроскопия, минеральные элементы, природное сырьё, стандартизация.

KIRISH

Achillea millefolium L. Asteraceae oilasiga mansub dorivor o‘simliklardan biri bo‘lib, uning biologik faol moddalarga boyligi sababli farmatsevtika, kosmetologiya va boshqa sohalarda katta qiziqish uyg‘otadi. O‘simlik xomashyosining sifatini baholashda organik biologik faol birikmalar bilan bir qatorda mineral va mikroelement tarkibini aniqlash ham muhim ahamiyatga ega. Tabiiy o‘simlik xomashyosi tarkibidagi mineral elementlar uning o‘shish sharoiti, tuproq tarkibi, geografik kelib chiqishi, o‘simlikning vegetatsiya bosqichi va qayta ishlash texnologiyasiga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shu sababli element profili tabiiy xomashyoni tavsiflash va turli namunalarni o‘zaro taqqoslash uchun qo‘shimcha analitik mezon sifatida xizmat qilishi mumkin. *A. millefolium* L. urug‘lari tarkibidagi biologik faol komponentlardan foydalanish jarayonida efir moyi ajratib olinadi. Bunda hosil bo‘ladigan shrot odatda ikkilamchi mahsulot sifatida qaraladi. Biroq uning mineral tarkibini o‘rganish shrotning keyingi foydalanish imkoniyatlarini baholash, shuningdek, urug‘ xomashyosi bilan shrot o‘rtasidagi elementlar taqsimotini aniqlash imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqotda *A. millefolium* L. urug‘i va shrotining element tarkibini XRF usulida aniqlash va olingan natijalarni qiyosiy baholash maqsad qilib olindi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot obyekti sifatida *A. millefolium* L. urug‘i va efir moyi olishdan keyingi shrot namunasi olindi. Namunalar XRF tahliliga tayyorlanib, rentgen-fluoresans spektrometri yordamida tahlil qilindi. Urug‘ namunasi uchun tahlil 2026-yil 19-iyunda amalga oshirilgan. XRF tahlilida FP (Fundamental Parameters) usulidan foydalanilgan. Shrot namunasi ham xuddi shu sanada XRF usulida tahlil qilingan. Tahlil natijalari massa ulushi, mass% ko‘rinishida ifodalandi. Namunalarda Ca, K, Si, Cl, P, S, Fe, Mn, Ni, Zn, Ti, Cr, Cu, Sn, Sr va boshqa elementlarning mavjudligi baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

XRF tahlili *A. millefolium* L. urug‘i tarkibida makroelementlar orasida kalsiy va kaliy yuqori miqdorda mavjudligini ko‘rsatdi. Urug‘ namunasida Ca miqdori 40,6%, K 39,0%, Si esa 11,8% ni

tashkil etdi. Bundan tashqari, Cl - 3,15%, P - 1,35%, S - 1,33%, Fe - 0,747% va Mn- 0,663% miqdorlarida aniqlandi.

Urug' tarkibida Ni - 0,268%, Zn - 0,147%, Ti - 0,130%, Cr - 0,0965%, Cu - 0,0897%, Sn - 0,0797% va Sr - 0,0769% miqdorlarida qayd etildi. Se, Pb, Hg, Cd, Co va bir qator boshqa elementlar esa mazkur XRF tahlilida aniqlanmagan (ND) sifatida qayd etilgan. Shrot namunasining element profili urug' namunasidan farq qildi. Shrotida Ca miqdori 46,8% gacha oshgan bo'lsa, K miqdori 22,0% ni tashkil etdi. Si 12,2%, Cl 8,29%, P 2,94%, S 2,38%, Fe 2,12% va Mn 0,848% miqdorlarida aniqlandi. Taqqoslash natijasida shrotida Ca, Cl, P, S va Fe miqdorlari urug'ga nisbatan yuqoriroq ekanligi ko'rildi. Shu bilan birga, K miqdori urug' namunasida yuqoriroq bo'ldi. Bu holat qayta ishlash jarayonidan keyin mineral komponentlarning shrot fraksiyasida turlicha taqsimlanganligini ko'rsatishi mumkin. Shrotida Ni - 0,322%, Zn - 0,203%, Ti - 0,317%, Cr - 0,114%, Cu - 0,662% va Mn - 0,848% miqdorlarida aniqlandi. Urug' namunasida esa Cu 0,0897% bo'lgan. Demak, mazkur element bo'yicha ikki namuna o'rtasida sezilarli farq mavjud.

1-jadval.

A. millefolium L. urug'i va shrotining asosiy element tarkibi

Element	Urug', mass%	Shrot, mass%	Element
Ca	40,6	46,8	Ca
K	39,0	22,0	K
Si	11,8	12,2	Si
Cl	3,15	8,29	Cl
P	1,35	2,94	P
S	1,33	2,38	S
Fe	0,747	2,12	Fe
Mn	0,663	0,848	Mn
Ni	0,268	0,322	Ni
Zn	0,147	0,203	Zn
Cr	0,0965	0,114	Cr
Fe	0,747	2,12	Fe
Mn	0,663	0,848	Mn

Izoh: qiymatlar XRF tahlilining FP usuli natijalaridan olingan.

Olingan ma'lumotlar A. millefolium L. urug'i va shrotining o'ziga xos element profiliga ega ekanligini ko'rsatadi. Mazkur profil kelgusida tabiiy xomashyoni identifikatsiya qilishda qo'shimcha analitik mezon sifatida foydalanilishi mumkin.

Bunda XRF natijalari namunani to'liq farmakopeya yoki oziq-ovqat sertifikati bilan tasdiqlash uchun yetarli emasligini ta'kidlash lozim. Sertifikatlash uchun namunaning kelib chiqishi, namlik, mikrobiologik ko'rsatkichlar, toksik elementlar va boshqa me'yoriy parametrlar ham kompleks ravishda baholanishi kerak. Ushbu tadqiqot esa element tarkibining dastlabki analitik tavsifini beradi.

XULOSA

A. millefolium L. urug'i va shrotining element tarkibi XRF usuli yordamida o'rganildi. Urug' namunasida asosiy elementlar Ca, K va Si bo'lsa, shrot namunasida Ca, K va Si bilan bir qatorda Cl, P, S va Fe miqdorlarining nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Urug' va shrotning element profillaridagi farqlar qayta ishlash jarayonidan keyin mineral komponentlarning fraksiyalar bo'yicha taqsimlanishi mumkinligini ko'rsatadi. Olingan natijalar A. millefolium L. xomashyosini element tarkibi asosida tavsiflash va kelgusida uning sifatini nazorat qilish uchun XRF usulidan foydalanish imkoniyatini ko'rsatadi. Shuningdek, shrotni faqat chiqindi sifatida emas, balki alohida element tarkibiga ega bo'lgan ikkilamchi tabiiy xomashyo sifatida o'rganish maqsadga muvofiqdir. Kelgusidagi tadqiqotlarda ushbu namunalar uchun takroriy XRF tahlillari, standart namunalariga nisbatan validatsiya va toksik elementlar bo'yicha alohida miqdoriy nazorat o'tkazilishi tabiiy xomashyoni standartlashtirish va sertifikatlash imkoniyatlarini yanada asoslashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Achillea millefolium L. ning kimyoviy tarkibi va biologik faolligiga oid ilmiy manbalar.
- [2] O'simlik xomashyosi tarkibidagi mineral elementlarni aniqlash bo'yicha rentgen-fluoresans spektrometriya usullariga oid ilmiy manbalar.
- [3] Tabiiy xomashyoni standartlashtirish va sifat nazoratiga oid ilmiy manbalar.

SMARTFONLARDAN FOYDALANISH VA UNING UYQU HAMDA O'QUV FAOLIYATIGA TA'SIRI

Rizamamatova Gulsanam Rifat qizi

Qarshi davlat universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston,

Annotatsiya. Mazkur maqolada Turon universiteti talabalari orasida smartfonlardan foydalanish darajasi, ularning asosiy maqsadlari, shuningdek smartfon qaramligining uyqu sifati va o'quv faoliyatiga ko'rsatadigan ta'siri tadqiq etilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, smartfondan uzoq muddat foydalanish uyqu sifatining pasayishiga va o'quv samaradorligining susayishiga olib kelishi aniqlangan. Olingan ma'lumotlar statistik tahlil asosida umumlashtirilgan va tegishli xulosalar shakllantirilgan.

Kalit so'zlar: smartfon, smartfon qaramligi, uyqu sifati, o'quv faoliyati, talabalar.

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются уровень использования смартфонов среди студентов Университета Турон, цели их применения, а также влияние смартфонной зависимости на качество сна и учебную деятельность. Результаты исследования свидетельствуют о том, что продолжительное использование смартфонов приводит к снижению качества сна и негативно сказывается на учебной успеваемости. Полученные данные обобщены на основе статистического анализа, что позволило сформулировать соответствующие выводы.

Ключевые слова: смартфон, зависимость от смартфона, качество сна, учебная деятельность, студенты.

Abstract. This article investigates the level of smartphone usage among students at Turon University, the purposes for which they use these devices, and the effect of smartphone addiction on sleep quality and academic performance. The findings indicate that prolonged smartphone use is associated with a decline in sleep quality and a corresponding negative effect on academic performance. The collected data were summarized through statistical analysis, on the basis of which the relevant conclusions were drawn.

Keywords: smartphone, smartphone addiction, sleep quality, academic activity, students.

KIRISH

So‘nggi yillarda smartfonlar yoshlar hayotining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Xususan, oliy ta‘lim muassasalarida tahsil olayotgan talabalar ta‘lim jarayoni, aloqa, axborot izlash va bo‘sh vaqtni tashkil etish maqsadlarida smartfonlardan faol foydalanmoqda [1-4,6,9]. Shu bilan birga, smartfonlardan me‘yoridan ortiq foydalanish bir qator psixologik va fiziologik muammolarni, jumladan uyqu buzilishi hamda diqqatning pasayishini hamda o‘quv faoliyati sifatining pasayishini keltirib chiqarishi mumkin. 1-bosqich talabarlari oliy ta‘lim muhitiga moslashish bosqichida bo‘lib, aynan shu davrda raqamli texnologiyalardan foydalanish intensivligi yuqori bo‘lishi ehtimoli mavjud. Shu bois, ushbu guruh talabarlari orasida smartfonlardan foydalanish xususiyatlarini, shuningdek uning uyqu sifati va o‘quv faoliyatiga ko‘rsatadigan ta‘sirini ilmiy asosda aniqlash dolzarb ahamiyat kasb etadi [5,7,8,10].

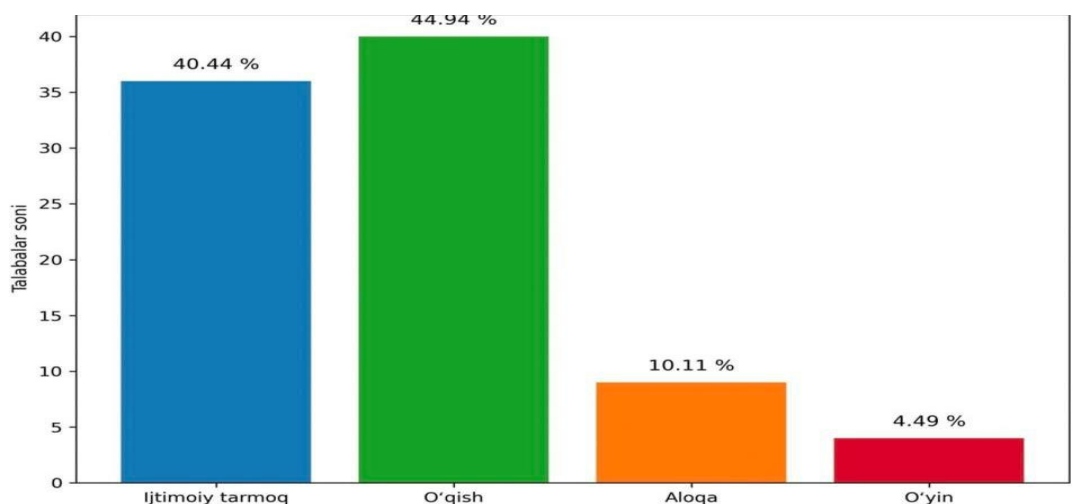
TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Tadqiqot Qashqaryo viloyatidagi Turon universitetining 1-bosqich talabarlari orasida o‘tkazildi va unga jami 89 nafar talaba jalb qilindi. Respondentlarning 50,56 foizini erkaklar, 49,43 foizini esa ayollar tashkil etdi. Ma‘lumotlar maxsus ishlab chiqilgan so‘rovnoma vositasida to‘plandi. So‘rovnoma quyidagi yo‘nalishlarni qamrab oldi: kunlik smartfondan foydalanish davomiyligi; smartfondan foydalanish maqsadlari; uyquga ta‘sir ko‘rsatkichlari; smartfon qaramligi hamda uning o‘quv faoliyatiga ta‘siri. Tadqiqotning maqsadi – Turon universiteti 1-bosqich talabarlari orasida smartfonlardan foydalanish darajasi, foydalanish maqsadlari va smartfon qaramligining uyqu sifati hamda o‘quv faoliyatiga ta‘sirini aniqlashdan iborat edi. Olingan ma‘lumotlar foiz ko‘rsatkichlari asosida statistik tahlildan o‘tkazildi, natijalar tizimlashtirilib, tegishli ilmiy xulosalar shakllantirildi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalari talabalarining smartfonlardan faol va uzoq muddat foydalanishini ko‘rsatdi: respondentlarning 41,57 foizi kuniga 3–5 soat, 25,84 foizi esa 5 soatdan ortiq vaqt davomida smartfondan foydalanishini qayd etdi. Shu tariqa, talabalarining qariyb uchdan ikki qismi kuniga kamida 3 soat smartfon ishlatishi aniqlandi.

Smartfondan foydalanish maqsadlari tahlili shuni ko‘rsatdiki, respondentlarning 44,94 foizi smartfondan asosan o‘qish maqsadida foydalanadi. Ijtimoiy tarmoqlar ulushi 40,44 foizni tashkil etib, talabalarining katta qismi bo‘sh vaqtini aynan shu tarmoqlarda o‘tkazishini tasdiqladi. Aloqa (10,11 foiz) va o‘yinlar (4,49 foiz) esa nisbatan kam ulushni egalladi.



1-rasm. Smartfondan foydalanish bo'yicha taqsimlanishi.

Uyquga ta'sir ko'rsatkichlari tahlili quyidagilarni aniqladi: respondentlarning 64 foizi uyqudan oldin smartfondan foydalanadi; 50,56 foiz talaba smartfon uyquga ketish vaqtini kechiktirishini tan oladi; 61,79 foiz respondent uyqu vaqtida telefonni yonida saqlashini bildirgan. Smartfonlardan foydalanishning uyqu sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishini respondentlarning 64 foizi tasdiqladi, shuningdek 44,94 foiz talaba smartfonsiz bir kun o'tkazish qiyinligini ta'kidladi. Bundan tashqari, respondentlarning 56,17 foizi smartfon qaramligining o'quv samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishini tan oldi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar smartfonlardan me'yoridan ortiq foydalanishning talabalar uyqu sifati va o'quv faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishini yaqqol tasdiqlaydi. Bu holatni fiziologik nuqtai nazardan quyidagicha izohlash mumkin: uyqudan oldin smartfondan foydalanish melatonin gormoni ajralishini kamaytiradi, natijada uyquga ketish jarayoni sekinlashadi.

O'z navbatida, smartfon qaramligi talabalarning diqqatini chalg'itib, mustaqil ta'limga ajratilgan vaqtni qisqartiradi. Natijada bu holat o'quv materiallarini chuqur o'zlashtirishga to'sqinlik qiladi hamda akademik ko'rsatkichlarning pasayishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, mazkur tadqiqot natijalari oliy ta'lim muassasalarida talabalarga smartfonlardan oqilona foydalanish bo'yicha aniq tavsiyalar ishlab chiqish zarurligini asoslaydi.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot natijalari talabalar orasida smartfonlardan foydalanish darajasi nihoyatda yuqori ekanligini, ularning kundalik hayotida smartfonlar asosiy axborot, muloqot va ko'ngilochar vosita sifatida muhim o'rin egallashini ko'rsatdi. Shu bilan birga, olingan ma'lumotlar smartfonlardan haddan tashqari va maqsadsiz foydalanishning salbiy oqibatlarga olib kelishini ham tasdiqladi. Xususan, kechki va tungi vaqtlarda smartfondan uzoq foydalanish uyqu davomiyligi hamda sifatining pasayishiga, buning natijasida esa talabalarning diqqat-e'tibori, xotirasi va umumiy o'quv samaradorligining susayishiga olib kelishi aniqlandi. Ushbu holat talabalarning akademik natijalariga bevosita ta'sir ko'rsatib, bilim olish jarayonidagi samaradorlikni pasaytiradi.

Shu munosabat bilan, oliy ta'lim muassasalarida talabalarda raqamli gigiyena ko'nikmalarini shakllantirish dolzarb vazifalardan biri sifatida belgilanadi. Jumladan, smartfonlardan foydalanish vaqtini me'yorlashtirish, ayniqsa uyqudan oldin elektron qurilmalardan foydalanishni cheklash, shuningdek o'quv jarayonida smartfonlardan faqat ta'limiy maqsadlarda oqilona va samarali foydalanishni targ'ib etish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, talabalarga vaqtni boshqarish, o'z-o'zini nazorat qilish va raqamli muhitda sog'lom xulq-atvorni shakllantirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish tavsiya etiladi.

Yakunlab aytganda, smartfonlardan ongli va me'yorida foydalanish talabalarning nafaqat sog'lig'ini saqlashda, balki ularning akademik muvaffaqiyatini oshirishda ham muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Shu boisdan, mazkur yo'nalishda tizimli profilaktik chora-tadbirlarni ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish kelgusi ilmiy izlanishlar hamda ta'lim siyosati uchun katta ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Андреева Г.М. Социальная психология. – М.: Аспект Пресс, 2018. – 384 с.
- [2]. Бойко В.В. Психология зависимости. – СПб.: Питер, 2019. – 256 с.
- [3]. Котова И.Б., Шиянов Е.Н. Психология личности. – М.: Академия, 2020. – 288 с.
- [4]. Lemola S., Perkinson-Gloor N. Electronic media use before bedtime and sleep disturbances. – Journal of Youth Studies, 2019. – Vol. 22. – P. 1–15.
- [5]. Савельева М.А. Влияние гаджетов на учебную деятельность студентов. – М.: Наука, 2021. – 198 с.
- [6]. Поляков А.В. Информационные технологии в образовании. – М.: Юрайт, 2020. – 312 с.
- [7]. Назаров Б.Р. Raqamli texnologiyalar va yoshlar psixologiyasi. – Toshkent: Fan, 2021. – 220 b.
- [8]. Karimov A.A. Talabalar uyqu sifati va akademik samaradorligi. – Toshkent: O'qituvchi, 2022. – 180 b.
- [9]. World Health Organization. Public health implications of excessive screen time. – Geneva, 2019. –
- [10]. Hazratova H.N. Provision of some mineral substances to primary school students // Universum: химия и биология Научный журнал Издаётся ежемесячно с ноября 2013 года Является печатной версией сетевого журнала Universum: химия и биология. 6(120) Июнь, 2024, Част 2 Москва 2024, 64-67 стр.

BOSHLANG'ICH SINF O'QUVCHILARIDA RATSIONAL OVQATLANISH VA GIDRATATSIYANING JISMONIY RIVOJLANISH HAMDA KOGNITIV FAOLIYATDAGI AHAMIYATI

Kurbanova Shaxnoza Shoniyozovna

Qarshi xalqaro universiteti, Qarshi, O'zbekiston,

e-mail: shahnoza2147755@gmail.com

Abstract. Primary school age combines continued somatic growth with high learning demands, making diet quality and hydration important components of age physiology and school hygiene. This analytical review integrates international evidence on breakfast, water requirements

and school food environments with local data on physical development of primary schoolchildren in Kashkadarya. Systematic review evidence suggests that breakfast can benefit attention, executive function and memory in children, particularly in nutritionally vulnerable groups, although study designs are heterogeneous. European dietary reference values provide age- and sex-specific adequate intakes for total water, while school intervention studies indicate that accessible drinking water can support short-term cognitive performance. Local anthropometric research confirms age-related growth trends and highlights the need to interpret nutrition through actual regional conditions. Effective school health practice should prioritize dietary diversity, regular meal patterns, safe access to water and nutrition education rather than focusing on isolated nutrients.

Keywords: primary schoolchildren, nutrition, hydration, physical development, cognition, school hygiene.

Аннотация. Младший школьный возраст сочетает продолжающийся соматический рост с высокой учебной нагрузкой, поэтому качество питания и гидратация являются важными компонентами возрастной физиологии и школьной гигиены. В аналитическом обзоре международные данные о завтраке, потребности в воде и школьной пищевой среде сопоставлены с локальными данными о физическом развитии младших школьников Кашикардинской области. Систематические обзоры показывают, что завтрак может положительно влиять на внимание, исполнительные функции и память, особенно у детей с недостаточным питанием, однако исследования неоднородны. Европейские референсные значения устанавливают возрастные и половые ориентиры общего потребления воды, а школьные интервенции показывают пользу доступной питьевой воды для отдельных показателей кратковременной когнитивной деятельности. Профилактика должна опираться на разнообразный рацион, регулярность питания, безопасный доступ к воде и пищевое просвещение, а не на отдельные нутриенты.

Ключевые слова: младшие школьники, питание, гидратация, физическое развитие, когнитивная деятельность, школьная гигиена.

Annotatsiya. Boshlang'ich maktab yoshi davom etayotgan somatik o'sish va yuqori o'quv yuklamasi bilan tavsiflanadi, shu sabab ovqatlanish sifati hamda gidratatsiya yosh fiziologiyasi va maktab gigiyenasining muhim yo'nalishidir. Ushbu tahliliy sharhda nonushta, suvga ehtiyoj va maktab oziq-ovqat muhiti bo'yicha xalqaro dalillar Qashqadaryo boshlang'ich sinf o'quvchilarining jismoniy rivojlanishiga oid mahalliy ma'lumotlar bilan uyg'unlashtirildi. Sistematik sharhlar nonushta diqqat, ijro funksiyalari va xotiraning ayrim ko'rsatkichlariga, ayniqsa ovqatlanish xavfi yuqori bolalarda, ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligini bildiradi, biroq tadqiqotlar geterogen. Yevropa referens qiymatlari yosh va jinsga mos umumiy suv iste'moli uchun mo'ljallar beradi; maktab intervensiyalari esa ichimlik suvining erkin mavjudligi ayrim qisqa muddatli kognitiv ko'rsatkichlarni qo'llab-quvvatlashini ko'rsatadi. Amaliy yondashuv ratsion xilma-xilligi, muntazam ovqatlanish, xavfsiz suv va ovqatlanish savodxonligini birlashtirishi lozim.

Kalit so'zlar: boshlang'ich sinf o'quvchilari, ratsional ovqatlanish, gidratatsiya, jismoniy rivojlanish, kognitiv faoliyat, maktab gigiyenasi.

KIRISH

Boshlang'ich sinf yoshi bolalikning intensiv rivojlanish bosqichlaridan biri bo'lib, tana o'lchamlarining izchil ortishi, tayanch-harakat apparati va nerv tizimining takomillashuvi, yangi o'quv stereotiplarining shakllanishi bilan kechadi [1]. Energiya va oziq moddalarga bo'lgan ehtiyojni faqat "ko'p kaloriyalı ovqat" bilan tenglashtirish noto'g'ri: o'sayotgan organizm uchun oqsil sifati, murakkab uglevodlar, foydali yog'lar, vitamin va minerallar, oziq tolalari hamda suvning yetarli ta'minlanishi muhim. Maktab gigiyenasi nuqtayi nazaridan esa bolaning real ovqatlanishi uy, maktab oshxonasi, ovqatlanish oralig'i, ichimlik suvi mavjudligi va oziq-ovqat madaniyati bilan birgalikda baholanadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Jismoniy rivojlanish va mahalliy kontekst. Qashqadaryo viloyatining qishloq maktablarida boshlang'ich sinf o'quvchilarining jismoniy rivojlanishi bo'yicha Hazratova, Kurbanov va hammualliflar o'tkazgan tadqiqotda 7–10 yosh oralig'ida bo'y, tana massasi va boshqa antropometrik ko'rsatkichlarning yoshga mos ortib borishi qayd etilgan [2]. Bunday mahalliy antropometrik ma'lumotlar oziqlanish holatini baholashda muhim, chunki xalqaro referenslar bilan bir qatorda hududning turmush sharoiti, ovqatlanish odatlari va iqlim xususiyatlari ham e'tiborga olinadi. Shu bilan birga, bitta ko'ndalang kesimdagi antropometriya bolaning individual ratsioni haqida to'liq xulosa bermaydi; ovqatlanish chastotasi, mahsulot xilma-xilligi, mikroelementlar va sog'liq holati alohida o'rganilishi kerak.

Nonushta va kognitiv faoliyat. Maktab kuni boshida uzoq tungi ochlikdan keyin organizm energiya almashinuvini tiklaydi. Adolphus va hammualliflarning bolalar hamda o'smirlarda nonushtaning kognitiv ta'siri haqidagi sistematik sharhida 45 tadqiqotdagi ma'lumotlar tahlil qilingan; ko'plab tadqiqotlarda nonushta diqqat, ijro funksiyalari va xotiraning ayrim ko'rsatkichlariga foydali ta'sir ko'rsatgan, ta'sir ayniqsa oziqlanishi yetarli bo'lmagan guruhlarda yaqqolroq bo'lishi mumkin [3]. Biroq nonushta tarkibi, testlar, yosh guruhlari va tadqiqot dizayni turlicha bo'lgani sabab "har qanday nonushta har doim natijani oshiradi" degan xulosa chiqarib bo'lmaydi. Amaliy jihatdan muntazam, haddan tashqari shirin bo'lmagan, oqsil va murakkab uglevod manbalarini o'z ichiga olgan nonushta barqaror ovqatlanish rejimining bir qismi sifatida ko'riladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Gidratatsiya: suvga ehtiyoj va kognitiv jihatlar. Suv termoregulyatsiya, qon aylanishi, hazm qilish va hujayra metabolizmi uchun zarur. EFSA umumiy suv iste'moli uchun 4–8 yoshda taxminan 1,6 L/kun, 9–13 yoshda o'g'il bolalar uchun 2,1 L/kun va qizlar uchun 1,9 L/kun adekvat iste'mol darajalarini taklif etadi; bu miqdor ichimliklar va oziq-ovqat tarkibidagi suvni birgalikda hisobga oladi [4]. Ehtiyoj havo harorati, jismoniy faollik, tana massasi va ovqat tarkibiga qarab o'zgaradi. Shuning uchun bu ko'rsatkichlar "har bir bola aynan shuncha toza suv ichishi shart" degani emas. Maktab sharoitida eng muhim gigiyenik vazifa – xavfsiz ichimlik suvini oson va uyalmay foydalanish mumkin bo'lgan tarzda tashkil etish.

Suv ichish va qisqa muddatli kognitiv ko'rsatkichlar. Drozdowska va hammualliflarning 250 nafar 5–6-sinf o'quvchisi qatnashgan CogniDROP klaster-randomizatsiyalangan intervensiyasida maktab kuni davomida suv iste'moli bilan ayrim ijro funksiyalari o'rtasidagi munosabat o'rganilgan [5]. Natijalar suv iste'moli va kognitiv ko'rsatkichlar o'rtasida sodda chiziqli bog'liqlik yo'qligini, biroq yetarli suv iste'molini qo'llab-quvvatlovchi muhit ayrim xotira

vazifalarida foydali bo'lishi mumkinligini ko'rsatgan. Bu natijani suv "aqliy qobiliyatni oshiradi" tarzida talqin qilish to'g'ri emas. Asosiy xulosa – chanqash, uzoq vaqt suv ichmaslik va issiq sharoitdagi suvsizlanishning oldini olish, bolaga dars rejimiga mos ravishda suv ichish imkonini berishdir.

1-jadval.

Boshlang'ich maktab yoshida ovqatlanish va gidratatsiyani tashkil etishning asosiy yo'nalishlari

Yo'nalish	Ilmiy asos	Amaliy yondashuv
Nonushta	Ayrim kognitiv funksiyalarda foyda ko'rsatilgan, dalillar geterogen [3]	Muntazam va muvozanatli nonushta; haddan tashqari shirin mahsulotlarga tayanmaslik
Umumiy suv iste'moli	Yosh va jinsga mos referens qiymatlar mavjud [4]	Suvga erkin kirish; iqlim va faollikka qarab ehtiyojni moslashtirish
Ratsion xilma-xilligi	O'sish uchun makro- va mikronutrientlarning kompleks ta'minoti zarur [1]	Turli oziq guruhlarini uyg'unlashtirish
Maktab oziq-ovqat muhiti	Individual bilimdan tashqari muhit ham tanlovga ta'sir qiladi [6]	Sog'lom variantlarni mavjud va qulay qilish; ovqatlanish ta'limini amaliyot bilan bog'lash

Maktab oziq-ovqat muhiti va ta'lim. WHOning sog'lom maktab oziq-ovqat muhitiga oid yangi qo'llanmasi maktablarda faqat individual tanlovga tayanmasdan, mavjud va taklif etiladigan oziq-ovqatning sifatini yaxshilash, sog'lom variantlarni qulayroq qilish va marketing hamda savdo muhitini boshqarish zarurligini ta'kidlaydi [6]. Bu yondashuv yosh fiziologiyasi uchun muhim: bolaning ovqatlanish xulqi bilimdan tashqari, mahsulotning mavjudligi, narxi, tengdoshlar ta'siri va maktab qoidalari bilan shakllanadi. Shaxnoza Kurbanovanning umumiy o'rta ta'limda tabiiy fanlarni zamonaviy talablar asosida tashkil etish haqidagi ishida interfaol va amaliy yondashuvlarning ahamiyati qayd etiladi [7]. Ovqatlanish va gidratatsiya mavzularini tabiiy fanlar, sinf soati va amaliy maktab muhitiga bog'lash sog'lom xulq-atvorni shakllantirish uchun metodik jihatdan maqsadga muvofiq.

XULOSA

Boshlang'ich sinf o'quvchilarida ratsional ovqatlanish va gidratatsiya o'sish, kundalik funksional holat hamda o'quv jarayoniga tayyorlikni qo'llab-quvvatlaydigan kompleks gigiyenik omillardir. Dalillar alohida "mo'jizaviy" mahsulot yoki nutrientdan ko'ra muntazam ovqatlanish, ratsion xilma-xilligi, nonushta, xavfsiz ichimlik suvi va sog'lom maktab oziq-ovqat muhitining birgalikdagi ahamiyatini ko'rsatadi. Mahalliy antropometrik va ovqatlanish tadqiqotlarini davom ettirish, natijalarni yosh-jins guruhlarida hamda hududiy sharoit bilan bog'lab talqin qilish kelgusidagi profilaktik dasturlar uchun muhimdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Sodiqov B.A., Qo'chqorova L.S., Qurbonov Sh.Q. Bolalar va o'smirlar fiziologiyasi va gigiyenasi. – Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2005. – 234 b.
- [2] Hazratova H.N., Kurbanov Sh.K., Raxmatullayev Y.Sh., Buranova G.B. Physical Development of Primary Class Students // Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2023. – Vol. 4, No. 5. – P. 330–331. DOI: 10.51699/cajmns.v4i5.1825.
- [3] Adolphus K., Lawton C.L., Champ C.L., Dye L. The Effects of Breakfast and Breakfast Composition on Cognition in Children and Adolescents: A Systematic Review // Advances in Nutrition. – 2016. – Vol. 7, No. 3. – P. 590S–612S. DOI: 10.3945/an.115.010256.
- [4] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water // EFSA Journal. – 2010. – Vol. 8, No. 3. – 1459. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1459.
- [5] Drozdowska A., Falkenstein M., Jendrusch G., Platen P., Luecke T., Kersting M., Jansen K. Water Consumption during a School Day and Children's Short-Term Cognitive Performance: The CogniDROP Randomized Intervention Trial // Nutrients. – 2020. – Vol. 12, No. 5. – 1297. DOI: 10.3390/nu12051297.
- [6] World Health Organization. Policies and interventions to create healthy school food environments: WHO guideline. – Geneva: World Health Organization, 2025.
- [7] Kurbanova Sh.Sh. Organization of Natural Science Teaching in General Secondary Schools Based on Modern Requirements // Ta'lim va ilmiy tabiiy va aniq innovatsiyalar. – 2025. – Vol. 1, Issue 1.

SINF XONALARIDA MIKROIQLIM VA VENTILYATSIYANING O'QUVCHILAR FIZIOLOGIK HOLATI HAMDA KOGNITIV ISHCHANLIGIGA TA'SIRI

Kurbanova Shaxnoza Shoniyozovna

Qarshi xalqaro universiteti, Qarshi, O'zbekiston,

e-mail: shahnoza2147755@gmail.com

Abstract. *Children spend a substantial part of the school day indoors; therefore classroom air quality and thermal conditions are important components of school hygiene. This analytical review examines physiological mechanisms and empirical evidence linking ventilation, carbon dioxide as an occupancy-related ventilation indicator, thermal comfort and learning performance. Studies in primary schools have reported associations between higher ventilation rates and better standardized academic outcomes, while intervention studies increasing outdoor air supply have documented improvements in several school tasks. Carbon dioxide at ordinary classroom concentrations should be interpreted primarily as a practical proxy for ventilation and occupancy rather than as the sole causal agent. Effective school hygiene requires coordinated management of ventilation, temperature, humidity, crowding and pollutant sources, with monitoring used to guide—not replace—ventilation practice.*

Keywords: *school hygiene, classroom ventilation, indoor air quality, carbon dioxide, microclimate, cognitive performance.*

Аннотация. Значительную часть учебного дня дети проводят в помещениях, поэтому качество воздуха и тепловые условия класса являются важными компонентами школьной гигиены. В аналитическом обзоре рассмотрены физиологические механизмы и эмпирические данные о связи вентиляции, концентрации углекислого газа как индикатора воздухообмена и заполненности помещения, теплового комфорта и учебной работоспособности. В исследованиях начальных школ более высокая интенсивность вентиляции была связана с лучшими стандартизированными учебными результатами, а интервенционные исследования с увеличением подачи наружного воздуха показали улучшение выполнения ряда заданий. Концентрацию CO_2 в типичных школьных диапазонах целесообразно трактовать преимущественно как практический индикатор вентиляции и присутствия людей, а не как единственную причинную переменную. Гигиеническая стратегия должна одновременно учитывать вентиляцию, температуру, влажность, плотность заполнения и источники загрязнения.

Ключевые слова: школьная гигиена, вентиляция класса, качество воздуха помещений, углекислый газ, микроклимат, когнитивная работоспособность.

Annotatsiya. Bolalar o'quv kunining katta qismini bino ichida o'tkazadi, shu sabab sinf havosi sifati va mikroiklim maktab gigiyenasining muhim tarkibiy qismidir. Ushbu tahliliy sharhda ventilyatsiya, CO_2 ning bandlik va havo almashinuvi indikatori sifatidagi roli, issiqlik komforti hamda o'quv ishchanligi o'rtasidagi bog'liqlikning fiziologik va empirik asoslari ko'rib chiqildi. Boshlang'ich maktablarda o'tkazilgan tadqiqotlarda yuqoriroq ventilyatsiya tezligi yaxshiroq standartlashtirilgan o'quv ko'rsatkichlari bilan bog'langan, tashqi havo oqimini oshirgan intervensiyalarda esa ayrim topshiriqlarni bajarish yaxshilangani qayd etilgan. Odatdagi sinf diapazonidagi CO_2 ni yagona sababchi omil emas, avvalo ventilyatsiya va bandlikning amaliy ko'rsatkichi sifatida talqin qilish lozim. Samarali maktab gigiyenasi ventilyatsiya, harorat, namlik, zichlik va ifloslantiruvchi manbalarni kompleks boshqarishni talab qiladi.

Kalit so'zlar: maktab gigiyenasi, sinf ventilyatsiyasi, ichki havo sifati, karbonat angidrid, mikroiklim, kognitiv ishchanlik.

KIRISH

Maktab o'quvchisi organizmi tashqi muhit omillariga kattalarga nisbatan sezgirroq bo'lishi mumkin: termoregulyatsiya mexanizmlari, nafas tizimi, moddalar almashinuvi va yuqori asab faoliyati rivojlanish bosqichida bo'ladi [1]. Sinfda uzoq vaqt o'tirish, ko'p sonli o'quvchi, yopiq derazalar, issiqlik manbalari va tashqi havoning yetarli kirib kelmasligi mikroiklimni tez o'zgartiradi. Bunday sharoitda havo harorati va namligi, karbonat angidrid (CO_2), aerozollar, hidlar hamda boshqa ifloslantiruvchilar birgalikda ta'sir qiladi. Shu sabab "xona dim" degan subyektiv holatni bitta ko'rsatkich bilan emas, kompleks gigiyenik baholash bilan tushuntirish zarur.

MATERIALLAR VA USULLAR

Ventilyatsiya va CO_2 ko'rsatkichining mazmuni. Odam nafas chiqarishi natijasida CO_2 hosil bo'lgani uchun band sinfda uning konsentratsiyasi tashqi havo almashinuvi yetarliligini kuzatish uchun qulay indikator bo'lib xizmat qiladi. Ammo maktab sharoitidagi odatiy konsentratsiyalarda CO_2 ko'rsatkichini barcha simptomlarning to'g'ridan-to'g'ri sababi deb qabul qilish ilmiy jihatdan ehtiyotkorlikni talab qiladi. U ko'pincha xonada qancha odam borligi va ventilyatsiya qanchalik

yetarli ekanini aks ettiradi; havo almashinuvi yomon bo'lsa, CO₂ bilan bir vaqtda hidlar, uchuvchan organik birikmalar, biologik aerozollar va issiqlik ham to'planishi mumkin. Demak, CO₂ monitoringi ventilyatsiyani boshqarish uchun amaliy signal, biroq ichki havo sifati haqidagi barcha axborotning o'zi emas.

Ventilyatsiya va akademik natijalar bo'yicha kuzatuv dalillari. Haverinen-Shaughnessy va hammualliflar 100 ta boshlang'ich maktabning beshinchi sinflarini tahlil qilgan tadqiqotda 87 sinfdagi hisoblangan ventilyatsiya darajasi o'sha davrdagi tavsiya etilgan me'yorlardan past bo'lganini ko'rsatgan [2]. 0,9–7,1 L/s kishi diapazonida ventilyatsiyaning har 1 L/s kishi ga ortishi matematika va o'qish bo'yicha standart testdan qoniqarli natija ko'rsatgan o'quvchilar ulushining taxminan 2,9 va 2,7 foiz punktga yuqoriroq bo'lishi bilan bog'langan. Bu kuzatuv tadqiqoti bo'lgani sabab sababiy xulosani cheklaydi, lekin maktab binosidagi havo almashinuvi o'quv jarayoni bilan bog'liq ekani haqidagi muhim signal beradi.

1-jadval.

Sinf mikroiqlimini gigiyenik boshqarishda kuzatiladigan asosiy omillar

Ko'rsatkich/omil	Nimani aks ettiradi	Boshqaruv yondashuvi
CO ₂ dinamikasi	Bandlik va tashqi havo almashinuvi haqida amaliy signal	Dars davomida monitoring; yuqori qiymatda ventilyatsiya va bandlikni tekshirish
Harorat	Termik komfort va ishchanlikka ta'sir qiluvchi omil	Ventilyatsiya bilan birga issiqlik rejimini muvofiqlashtirish
Nisbiy namlik	Shilliq qavat komforti va biologik muhit bilan bog'liq	Haddan tashqari quruqlik/namlik sabablarini bartaraf etish
Bandlik zichligi	CO ₂ , issiqlik va aerazol hosil bo'lish tezligiga ta'sir qiladi	Xona sig'imi va ventilyatsiya imkoniyatiga moslashtirish

Intervensiya tadqiqotlari va kognitiv ishchanlik. Bakó-Biró va hammualliflar Angliyadagi sakkizta boshlang'ich maktabda sinflar ventilyatsiyasini maxsus qurilma yordamida taxminan 1 L/s kishi darajasidan 8 L/s kishi atrofida oshirgan sharoitlarni o'rgangan [3]. Tadqiqot davomida past ventilyatsiyada ayrim sinflarda CO₂ 5000 ppm gacha ko'tarilgan, havo almashinuvi yaxshilanganda esa bir qator sinf topshiriqlarining bajarilishida ijobiy o'zgarishlar qayd etilgan. Wargocki va hammualliflarning keyingi umumlashtiruvchi tahlili ham mavjud tadqiqotlarda sinf havosi sifati yaxshilanganda psixologik testlar, maktab topshiriqlari va ayrim o'quv natijalari yaxshilanishi kuzatilishini ko'rsatadi [4]. Biroq turli tadqiqotlarda binolar, iqlim, testlar va ventilyatsiya usullari farq qiladi; shu sabab bitta universal foizni barcha maktablarga ko'chirish to'g'ri emas.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Mikroiqlim: havo sifati bilan birga termik komfort. Ventilyatsiya masalasini haroratdan ajratib bo'lmaydi. Sovuq mavsumda derazani uzoq ochish sinfni ortiqcha sovitishi, issiq mavsumda esa tashqi havo o'zi issiq bo'lishi mumkin. Juda yuqori harorat termik noqulaylik, uyquchanlik va diqqatning tarqalishi bilan kechishi ehtimoli bor; juda past harorat esa periferik sovqotish va noqulaylikni kuchaytiradi. Namlikning keskin pastligi shilliq qavatlarda quruqlik hissini, yuqori namlik esa mog'or va biologik ifloslanish xavfini kuchaytirishi mumkin. Daisey va hammualliflar maktablarda ichki havo sifati, ventilyatsiya va sog'liq simptomlari haqidagi mavjud ma'lumotlarni tahlil qilib, muammoning ko'p omilli xususiyatini ta'kidlagan [5]. Shuning uchun mikroiqlimni

boshqarishda “ko‘proq ventilyatsiya doimo yaxshiroq” emas, balki tashqi havo, issiqlik komforti va energiya samaradorligi muvozanati ko‘zda tutiladi.

Maktab uchun amaliy gigiyenik algoritmi. Birinchi bosqich – sinfnig bandlik zichligi, deraza/eshik holati, tabiiy yoki mexanik ventilyatsiya imkoniyati va darslar oralig‘idagi shamollatish rejimini aniqlash. Ikkinchi bosqich – muammoli xonalarda CO₂ ni dars davomida dinamik kuzatish; bitta tasodifiy o‘lchovdan ko‘ra, vaqt qatori ancha informativ. Uchinchi bosqich – ko‘rsatkich oshganda faqat derazani ochish emas, xonaning bandligini, mexanik tizim holatini, filtrlar va havo kirish yo‘llarini tekshirish. To‘rtinchi bosqich – harorat va namlikni parallel kuzatish. Tanaffus paytida qisqa, samarali shamollatish, toza havo kirish yo‘llarini to‘smaslik, ventilyatsiya qurilmalariga muntazam xizmat ko‘rsatish va sinfdagi ortiqcha ifloslantiruvchi manbalarni kamaytirish amaliy ahamiyatga ega. O‘quvchilarni shamollatishning maqsadi bilan tanishtirish ham gigiyenik madaniyatni oshiradi.

XULOSA

Sinf xonasi havosi sifati o‘quvchining fiziologik komforti va kognitiv ishchanligi bilan bog‘langan muhim muhit omilidir. Mavjud kuzatuv va intervensiya tadqiqotlari yetarli tashqi havo almashinuvi foydali bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. CO₂ eng qulay operativ ko‘rsatkichlardan biri bo‘lsa-da, uni yagona toksik sabab emas, bandlik va ventilyatsiyaning indikator sifati talqin qilish ilmiy jihatdan to‘g‘riroq. Maktab gigiyenasida eng samarali yondashuv – ventilyatsiya, termik komfort, bandlik va ifloslantiruvchi manbalarni yagona boshqaruv tizimida ko‘rishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Sodiqov B.A., Qo‘chqorova L.S., Qurbonov Sh.Q. Bolalar va o‘smirlar fiziologiyasi va gigiyenasi. – Toshkent: O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2005. – 234 b.
- [2] Haverinen-Shaughnessy U., Moschandreas D.J., Shaughnessy R.J. Association between substandard classroom ventilation rates and students’ academic achievement // *Indoor Air*. – 2011. – Vol. 21, No. 2. – P. 121–131. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2010.00686.x.
- [3] Bakó-Biró Z., Clements-Croome D.J., Kochhar N., Awbi H.B., Williams M.J. Ventilation rates in schools and pupils’ performance // *Building and Environment*. – 2012. – Vol. 48. – P. 215–223. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.08.018.
- [4] Wargocki P., Porras-Salazar J.A., Contreras-Espinoza S., Bahnfleth W. The relationships between classroom air quality and children’s performance in school // *Building and Environment*. – 2020. – Vol. 173. – 106749. DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.106749.
- [5] Daisey J.M., Angell W.J., Apte M.G. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information // *Indoor Air*. – 2003. – Vol. 13, No. 1. – P. 53–64. DOI: 10.1034/j.1600-0668.2003.00153.x.

RAQAMLI EKLANLARDAN FOYDALANISHDA MAKTAB O'QUVCHILARINING KO'RISH GIGIYENASI: MIOPIYA VA DIGITAL KO'Z ZO'RIQISHI PROFILAKTIKASI

Kurbanova Shaxnoza Shoniyozevna

Qarshi xalqaro universiteti, Qarshi, O'zbekiston,

e-mail: shahnoza2147755@gmail.com

Abstract. Digital learning has increased near-work exposure among schoolchildren and created a need to distinguish transient digital eye strain from longer-term refractive outcomes such as myopia. This analytical review synthesizes recent systematic reviews and meta-analyses on screen time, digital eye strain and outdoor activity. A 2025 dose-response meta-analysis of 45 studies involving 335,524 participants reported higher odds of myopia with increasing daily digital screen time, although heterogeneity was high and association does not prove causation. Systematic evidence also links prolonged screen use and poor viewing ergonomics with digital eye strain, while randomized evidence supports increased outdoor time as a protective population-level measure against myopia development. Practical school hygiene should therefore combine reasonable screen scheduling, visual breaks, proper viewing distance and lighting, and daily outdoor activity rather than relying on blue-light filters alone.

Keywords: schoolchildren, digital screen, myopia, digital eye strain, visual hygiene, outdoor activity.

Аннотация. Расширение цифрового обучения увеличило объём зрительной работы на близком расстоянии у школьников и потребовало разграничивать преходящее цифровое зрительное утомление и более долгосрочные рефракционные изменения, включая миопию. В аналитическом обзоре обобщены современные систематические обзоры и метаанализы по экранному времени, цифровому зрительному напряжению и пребыванию на открытом воздухе. Метаанализ 2025 года, включивший 45 исследований и 335 524 участника, выявил дозозависимую связь между временем использования цифровых экранов и вероятностью миопии, однако высокая гетерогенность не позволяет трактовать ассоциацию как прямую причинность. Рандомизированные исследования поддерживают увеличение времени на открытом воздухе как профилактическую меру. Школьная гигиена зрения должна сочетать рациональное планирование экранной работы, перерывы, эргономику, освещение и ежедневную активность на открытом воздухе.

Ключевые слова: школьники, цифровой экран, миопия, цифровое зрительное утомление, гигиена зрения, активность на открытом воздухе.

Annotatsiya. Raqamli ta'lim maktab o'quvchilarida yaqin masofadagi ko'rish yuklamasini oshirdi va vaqtinchalik digital ko'z zo'riqishini miopiya kabi uzoq muddatli refraksion natijalardan farqlash zaruratini kuchaytirdi. Ushbu tahliliy sharhda ekran vaqti, digital ko'z zo'riqishi hamda ochiq havoda bo'lish bo'yicha so'nggi sistematik sharh va meta-tahlillar umumlashtirildi. 2025-yildagi 45 tadqiqot va 335 524 ishtirokchini qamrab olgan doza-javob meta-tahlili kunlik ekran vaqti ortishi bilan miopiya ehtimoli oshishi o'rtasida bog'liqlik qayd etgan, ammo yuqori geterogenlik sabab bu natija to'g'ridan-to'g'ri sabab-oqibat deb talqin qilinmasligi kerak. Randomizatsiyalangan dalillar ochiq havoda ko'proq bo'lish miopiya profilaktikasida foydali ekanini ko'rsatadi. Maktab

ko‘rish gigiyenasi ekran ishini me‘yorlash, tanaffuslar, to‘g‘ri masofa va yoritish hamda kundalik ochiq havo faolligini birlashtirishi lozim.

Kalit so‘zlar: maktab o‘quvchilari, raqamli ekran, miopiya, digital ko‘z zo‘riqishi, ko‘rish gigiyenasi, ochiq havo.

KIRISH

Maktab ta‘limining raqamlashtirilishi ko‘rish analizatoriga tushadigan yuklamaning sifatini o‘zgartirdi: darslik va daftar bilan bajariladigan yaqin ishga planshet, smartfon, noutbuk va interaktiv doska qo‘shildi. Yosh fiziologiyasida ko‘rish gigiyenasi ko‘zning anatomik holati bilan cheklanmaydi; akkomodatsiya, konvergentsiya, ko‘z yoshi plyonkasi, pirpirash chastotasi, tana holati, yoritish va dam olish rejimi bir tizimda baholanadi [1]. Raqamli ekranlardan foydalanishda ikki tushunchani farqlash muhim: digital ko‘z zo‘riqishi — achishish, quruqlik, xiralashish, bosh og‘rig‘i kabi ko‘pincha funksional va qaytuvchan belgilar majmuasi; miopiya esa ko‘zning refraksion holatidagi struktur-funksional o‘zgarish bo‘lib, uning rivojlanishida irsiyat va tashqi muhit omillari ishtirok etadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Digital ko‘z zo‘riqishining fiziologik asoslari. Ekranga uzoq tikilish vaqtida ko‘z pirpirashi kamayishi, ko‘z yuzasidagi namlikning bug‘lanishi ortishi, akkomodatsiya tizimining uzluksiz yaqin masofaga moslashishi va noqulay tana holati simptomlarni kuchaytirishi mumkin. Mataftsi va hammualliflarning yosh ekran foydalanuvchilaridagi sistematik sharhida uzoq ekran vaqti hamda noqulay ergonomik sharoitlar digital ko‘z zo‘riqishi bilan bog‘langan; ko‘k nurni filtrlovchi vositalarning simptomlarni kamaytirish samarasi esa ishonchli tasdiqlanmagan [2]. Demak, profilaktikani “ko‘k nurdan himoya” bilan tenglashtirish ilmiy jihatdan tor yondashuv bo‘ladi. Asosiy e‘tibor ish davomiyligi, ko‘rish masofasi, ekran balandligi, xona yoritilishi, matn o‘lchami va tanaffuslarga qaratilishi kerak.

Ekran vaqti va miopiya: dalillarni ehtiyotkor talqin qilish. Ha va hammualliflarning 2025-yilda e‘lon qilingan 45 tadqiqot, 335 524 ishtirokchini qamrab olgan doza-javob meta-tahlilida kunlik raqamli ekran vaqtining har bir qo‘shimcha soati miopiya ehtimolining yuqoriroq bo‘lishi bilan bog‘langan; umumlashtirilgan koeffitsiyent OR 1,21 ni tashkil etgan [3]. Biroq tadqiqotlar orasidagi geterogenlik juda yuqori bo‘lgan. Bundan tashqari, ekran vaqti ko‘pincha yaqin ish vaqtining ko‘payishi va ochiq havoda bo‘lishning kamayishi bilan birga kechadi. Shu sababli “ekran miopiyani bevosita keltirib chiqaradi” degan keskin xulosa emas, balki raqamli ekran vaqti miopiya xavfi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkinligi haqidagi ehtiyotkor xulosa to‘g‘riroqdir. Lanca va Sawning avvalgi sistematik sharhi ham ekran bilan miopiya o‘rtasidagi dalillar bir xil emasligini qayd etgan [4], bu esa keyingi yillardagi katta hajmli tadqiqotlarni kontekstda baholash zarurligini ko‘rsatadi.

1-jadval.

Raqamli ko‘rish yuklamasini boshqarishda dalillarga asoslangan yo‘nalishlar

Muammo	Dalil	Maktab gigiyenasi uchun amaliy xulosa
Digital ko‘z zo‘riqishi	Uzoq ekran vaqti va noqulay ergonomika simptomlar bilan bog‘liq [2]	Ekran ishini bo‘lish, masofa va yoritishni optimallashtirish

Muammo	Dalil	Maktab gigiyenasi uchun amaliy xulosa
Miopiya xavfi	Ekran vaqti bilan doza-javob bog‘liqligi kuzatilgan, ammo geterogenlik yuqori [3]	Ekran vaqtini yaqin ish va ochiq havo faolligi bilan birgalikda baholash
Ochiq havo	RCT meta-tahlilida profilaktik samara ko‘rsatilgan [5]	Kun davomida muntazam ochiq havo faoliyatini rejalash
Ko‘k nur filtrlari	DES simptomlarini kamaytirishi ishonchli tasdiqlanmagan [2]	Asosiy profilaktikani filtrga emas, ergonomika va tanaffusga qurish

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ochiq havoda bo‘lishning himoya roli. Miopiya profilaktikasida eng barqaror dalillardan biri bolalarning ochiq havoda o‘tkazadigan vaqtini ko‘paytirishdir. Mei va hammualliflar randomizatsiyalangan nazoratli sinovlarning 2024-yilgi meta-tahlilida maktab yoshidagi bolalar va o‘smirlarda ochiq havo intervensiyalari miopiya paydo bo‘lishini kamaytirishini ko‘rsatgan [5]. Maktab bazasidagi yirik klaster-randomizatsiyalangan tadqiqotlar ham qo‘shimcha ochiq havo vaqtini amaliy profilaktika strategiyasi sifatida o‘rganib, istiqbolli natijalar bergan [6]. Mexanizm faqat “uzoqqa qarash” bilan cheklanmaydi: tashqi muhitdagi yuqori yoritilganlik va retinal dopamin tizimi ham muhokama qilinadi. Shunga qaramay, individual bolada miopiya bor-yo‘qligi va uning progressiyasini faqat okulist/refraksion tekshiruv aniqlaydi.

Maktab sharoitida ko‘rish gigiyenasini tashkil etish. Gigiyenik yondashuv ekranlarni butunlay cheklash emas, balki ularni fiziologik imkoniyatlarga mos ishlatishdir. Uzlusiz yaqin ish orasida muntazam vizual tanaffuslar berish, tanaffusda uzoqroq masofadagi obyektlarga qarash, ekran va ko‘z orasida qulay masofani saqlash, ko‘zni ekranga haddan tashqari yaqinlashtirmaslik, shriftni mayda qilib qo‘ymaslik, ekran yorqinligini xona yoritilishiga moslashtirish va akslanishni kamaytirish zarur. 20–20–20 qoidasi amaliy eslatma sifatida ommalashgan bo‘lsa-da, uni qat’iy klinik me’yor sifatida emas, uzluksiz yaqin ishini bo‘lib turish tamoyilining sodda ko‘rinishi sifatida qabul qilish ma’qul. Boshlang‘ich sinflarda raqamli topshiriqlarni qog‘oz, og‘zaki, harakatli va ochiq havodagi faoliyat bilan almashlab borish ayniqsa muhim. O‘qituvchi ekran bilan ishlash vaqtini fan maqsadidan kelib chiqib rejalashi, ekran “zamonaviylik” belgisi sifatida ortiqcha qo‘llanmasligi kerak.

XULOSA

Raqamli muhit maktab ta’limining ajralmas qismiga aylangan sharoitda ko‘rish gigiyenasining vazifasi texnologiyani inkor etish emas, yaqin ish yuklamasini boshqarishdir. Digital ko‘z zo‘riqishi ko‘proq ish davomiyligi va ergonomik sharoitlar bilan bog‘liq; miopiya bo‘yicha esa ekran vaqti bilan statistik bog‘liqlik kuchayib borayotgan dalillar mavjud, biroq sababiylikni irsiyat, yaqin ish va ochiq havo faolligidan ajratish murakkab. Shu bois profilaktikaning ishonchli asoslari — uzluksiz ekran ishini qismlarga bo‘lish, to‘g‘ri yoritish va masofa, ko‘zga qulay ergonomika hamda har kuni ochiq havoda faol bo‘lishni ta’minlashdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Sodiqov B.A., Qo‘chqorova L.S., Qurbonov Sh.Q. Bolalar va o‘smirlar fiziologiyasi va gigiyenasi. – Toshkent: O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2005. – 234 b.

[2] Mataftsi A., Seliniotaki A.K., Moutzouri S. et al. Digital eye strain in young screen users: A systematic review // Preventive Medicine. – 2023. – Vol. 170. – 107493. DOI: 10.1016/j.ypmed.2023.107493.

[3] Ha A., Lee Y.J., Lee M., Shim S.R., Kim Y.K. Digital Screen Time and Myopia: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis // JAMA Network Open. – 2025. – Vol. 8, No. 2. – e2460026. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.60026.

[4] Lanca C., Saw S.M. The association between digital screen time and myopia: A systematic review // Ophthalmic and Physiological Optics. – 2020. DOI: 10.1111/opo.12657.

[5] Mei Z., Zhang Y., Jiang W., Lam C., Luo S., Cai C., Luo S. Efficacy of outdoor interventions for myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // Frontiers in Public Health. – 2024. – Vol. 12. – 1452567. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1452567.

[6] He X. et al. Time Outdoors in Reducing Myopia: A School-Based Cluster Randomized Trial with Objective Monitoring of Outdoor Time and Light Intensity // Ophthalmology. – 2022. – Vol. 129, No. 11. – P. 1245–1254. DOI: 10.1016/j.optha.2022.06.024.

TEMIR TANQISLIGI ANEMIYASINING GLOBAL SHAKLLANISH OMILLARI

Qurbonova Sandra Nodir qizi

Tog‘ayeva Marg‘uba Abdisottarovna

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

e-mail: togaevamarguba49@gmail.com

Annotatsiya. Temir tanqisligi anemiyasi oziqlanish bilan bog‘liq global muammolardan biri bo‘lib, bolalar, o‘smir qizlar, reproduktiv yoshdagi ayollar va homiladorlarda alohida ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotning maqsadi Fe yetishmovchiligining biologik mexanizmlari, asosiy xavf omillari va anemiyaning oldini olish strategiyalarini ilmiy manbalar asosida tahlil qilishdan iborat. Temirning kam iste‘mol qilinishi, uning ichakda o‘zlashtirilishining pasayishi, qon yo‘qotilishi va organizm ehtiyojining ortishi temir tanqisligining asosiy mexanizmlari ekanligi ko‘rsatildi. Global ma‘lumotlar ayollar va bolalar orasida anemiya keng tarqalganligini tasdiqlaydi. Temir tanqisligini kamaytirish uchun oziq-ovqatni diversifikatsiyalash, temir bilan boyitish, biofortifikatsiya, maqsadli suplementatsiya va kasallik sabablarini aniqlashga asoslangan kompleks yondashuv talab qilinadi.

Kalit so‘zlar: temir tanqisligi, anemiya, ferritin, gemoglobin, oziqlanish, biofortifikatsiya, fortifikatsiya, profilaktika.

Аннотация. Железодефицитная анемия является одной из глобальных проблем, связанных с питанием, и имеет особое значение среди детей, девочек-подростков, женщин репродуктивного возраста и беременных. Целью исследования является анализ биологических механизмов дефицита железа (Fe), основных факторов риска и стратегий профилактики анемии на основе научных источников. Показано, что недостаточное потребление железа с пищей, снижение его абсорбции в кишечнике, кровопотери и повышенная потребность организма в железе являются основными механизмами формирования железодефицитного состояния. Глобальные данные подтверждают широкую распространённость анемии среди

женщин и детей. Для снижения частоты дефицита железа необходим комплексный подход, включающий диверсификацию рациона питания, фортификацию пищевых продуктов железом, биофортификацию, целенаправленную саплементацию, а также выявление и устранение основных причин заболевания.

Ключевые слова: дефицит железа, анемия, ферритин, гемоглобин, питание, биофортификация, фортификация, профилактика.

Abstract. Iron deficiency anemia is one of the major global nutrition-related health problems and is of particular concern among children, adolescent girls, women of reproductive age, and pregnant women. The aim of this study was to analyze the biological mechanisms of iron (Fe) deficiency, major risk factors, and strategies for anemia prevention based on scientific evidence. Insufficient dietary iron intake, reduced intestinal iron absorption, blood loss, and increased physiological iron requirements were identified as the principal mechanisms underlying iron deficiency. Global data confirm that anemia remains highly prevalent among women and children. Reducing iron deficiency requires a comprehensive approach that includes dietary diversification, iron fortification of foods, biofortification, targeted supplementation, and identification and management of the underlying causes of the condition.

Keywords: iron deficiency, anemia, ferritin, hemoglobin, nutrition, biofortification, fortification, prevention.

KIRISH

Fe organizmdagi gemoglobinning markaziy funksional tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, kislorodning o'pkadan to'qimalarga tashilishida bevosita qatnashadi. Bundan tashqari, temir mioglobin, sitoxromlar va ko'plab oksidlanish-qaytarilish fermentlari tarkibiga kiradi. Shu sababli organizmdagi Fe zaxiralarining kamayishi nafaqat gemopoezga, balki energiya almashinuvi va fiziologik faoliyatga ham ta'sir qiladi.

Temir tanqisligi dastlab to'qimalardagi Fe zaxiralarining kamayishi bilan boshlanib, keyinchalik eritrotsitlar hosil bo'lishining cheklanishiga va oxirgi bosqichda gemoglobin konsentratsiyasining pasayishiga olib kelishi mumkin. WHO ma'lumotlariga ko'ra, Fe tanqisligi dunyoda anemiyaning eng muhim sabablaridan biridir.

Tadqiqot maqsadi — temir tanqisligi bilan bog'liq anemiyaning biologik shakllanish mexanizmlari, asosiy xavf omillari hamda zamonaviy profilaktika yo'nalishlarini tahlil qilish.

MATERIALLAR VA USULLAR

Maqola narrativ-tahliliy tadqiqot shaklida tayyorlandi. WHOning anemiya, ferritin va mikronutrient holatini baholashga bag'ishlangan materiallari tahlil qilindi. Temir tanqisligining asosiy mexanizmlari to'rt guruhga ajratildi: oziq-ovqat orqali yetarli temir tushmasligi, o'zlashtirilishning pasayishi, ortiqcha qon yo'qotilishi va fiziologik ehtiyojning ortishi.

Anemiya ko'rsatkichlari demografik guruhlar bo'yicha baholandi va profilaktik choralar biologik mexanizmlar bilan bog'lab tahlil qilindi.

NATIJALAR

Tahlil natijalariga ko'ra, organizmda Fe yetishmovchiligining kelib chiqishiga bir nechta mexanizm bir vaqtning o'zida ta'sir qilishi mumkin.

1-jadval

Temir tanqisligining asosiy sabablari va xavf guruhlari

Anemiya kelib chiqish sabablari	Misollar	Ko'proq xavf ostidagi guruh
Fe iste'molining kamligi	Temirga tanqis yoki bir xil ratsion	Bolalar, o'smirlar, ayollar
Fe so'rilishining kamayishi	Ichak kasalliklari, biologik ovqatlanishi past ratsion	Turli yoshdagi aholi
Qon yo'qotilishi	Oshqozon-ichak qon ketishi, parazitlar kasalliklar	Ayollar, ayrim endemik hudud aholisi
Fe ehtiyojining ortishi	Tez o'sish, homiladorlik	Bolalar, o'smirlar, homiladorlar
Yallig'lanish bilan bog'liq Fe cheklanishi	Surunkali infeksiya va yallig'lanish	Surunkali kasalligi bo'lgan shaxslar

WHO temir holatini baholash bo'yicha qo'llanmasi asosida tuzildi.

2023-yilda dunyo bo'yicha 15–49 yoshli ayollarning 30,7 foizida, homilador ayollarning 35,5 foizida anemiya mavjud bo'lgan. Bolalarda mavjud global ko'rsatkich 2019-yilda 39,8 foizni tashkil etgan.

Temir tanqisligining kelib chiqishida ratsionning miqdoriy tarkibidan tashqari, temirning **bioo'zlashtirilishi** ham katta ahamiyatga ega. Hayvon mahsulotlaridagi gem temiri odatda yaxshi so'riladi, o'simlik manbalaridagi gem bo'lmagan temirning o'zlashtirilishiga esa ovqat tarkibidagi boshqa komponentlar ta'sir ko'rsatishi mumkin.

MUHOKAMA

Temir tanqisligi anemiyasini kamaytirish faqat temir preparati berish bilan cheklanmasligi kerak. Sabablarning turli populyatsiyalarda farq qilishi profilaktik strategiyalarni ham hududiy va demografik xususiyatlarga mos tashkil etishni talab qiladi.

Aholining katta qismi don mahsulotlarini muntazam iste'mol qiladigan hududlarda **ozuq-ovqat fortifikatsiyasi va biofortifikatsiya** istiqbolli yondashuv hisoblanadi. Don ekinlarida, xususan bug'doyda Fe konsentratsiyasini seleksiya va zamonaviy agrobiotexnologik usullar yordamida oshirish kundalik ratsion orqali mikroelement ta'minotini yaxshilashga yordam berishi mumkin. Biroq don tarkibidagi umumiy Fe miqdori uning inson organizmida to'liq o'zlashtirilishini anglatmaydi; fitat kabi antinutritiv birikmalar mineral moddalarning bioo'zlashtirilishiga ta'sir qilishi mumkin.

WHO anemiyani kamaytirishga qaratilgan choralar faqat oziqlanish bilan cheklanmasdan, infeksiyalar, surunkali kasalliklar, ginekologik va akusherlik omillari hamda irsiy qon kasalliklarini ham hisobga olishi kerakligini ta'kidlaydi.

Diagnostikada faqat gemoglobin miqdorini aniqlash temir tanqisligini tasdiqlash uchun yetarli emas. Ferritin organizmdagi temir zaxirasini baholashning muhim biomarkeridir. Shu bilan birga, yallig'lanish sharoitida ferritin miqdori oshishi mumkinligi sababli laborator natijalarni klinik va yallig'lanish ko'rsatkichlari bilan birgalikda talqin qilish zarur. WHO ferritindan aholi temir holatini baholash va temirga qaratilgan dasturlar monitoringida foydalanishni tavsiya etadi.

XULOSA

Temir tanqisligi anemiyasi murakkab etiologiyaga ega bo'lib, Fe ning kam iste'mol qilinishi, so'rilishining pasayishi, qon yo'qotilishi va fiziologik ehtiyojning ortishi uning asosiy rivojlanish mexanizmlaridir. Xavf ayniqsa bolalar, o'smir qizlar, reproduktiv yoshdagi va homilador ayollarda yuqori.

Muammoning oldini olish uchun muvozanatli ovqatlanish, Fe bilan fortifikatsiyalangan va biofortifikatsiyalangan mahsulotlardan foydalanish, zarur guruhlarda temir suplementatsiyasi, parazitlar va surunkali kasalliklarni nazorat qilish hamda gemoglobin bilan bir qatorda temir holati biomarkerlarini tekshirishga asoslangan kompleks strategiya talab etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] World Health Organization. Anaemia. WHO Fact Sheet. Geneva: WHO; 2025.
- [2] World Health Organization. Anaemia in women and children. Global Health Observatory.
- [3] World Health Organization. Guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations. Geneva: WHO; 2020.
- [4] World Health Organization. Accelerating anaemia reduction: a comprehensive framework for action. Geneva: WHO; 2023.
- [5] World Health Organization. Global nutrition targets 2030: anaemia brief. Geneva: WHO; 2025.

O'SMIRLARDA UYQU GIGIYENASI VA SIRKADIY RITMLARNING O'QUV FAOLIYATI BILAN BOG'LIQLIGI

Kurbanova Shaxnoza Shoniyozovna

Qarshi xalqaro universiteti, Qarshi, 180100 O'zbekiston.

e-mail: shahnoza2147755@gmail.com

Abstract. Sleep in adolescence is a physiologically active process closely linked with circadian regulation, memory consolidation, emotional stability and readiness for learning. This analytical review summarizes evidence on age-appropriate sleep duration, adolescent circadian phase delay, school performance and school start time. Consensus guidance recommends 9–12 hours of sleep for children aged 6–12 years and 8–10 hours for adolescents aged 13–18 years. Meta-analytic evidence shows that sleep duration, sleep quality and daytime sleepiness are associated with academic performance, while later school start times are generally associated with longer sleep and less negative mood. The paper emphasizes school and family hygiene measures that support regular sleep schedules without treating sleep as an individual responsibility alone.

Keywords: adolescent physiology, sleep hygiene, circadian rhythm, school performance, daytime sleepiness, school schedule.

Аннотация. Сон в подростковом возрасте является активным физиологическим процессом, связанным с циркадной регуляцией, консолидацией памяти, эмоциональной устойчивостью и готовностью к обучению. В аналитическом обзоре обобщены данные о возрастной продолжительности сна, сдвиге циркадной фазы у подростков, успеваемости и времени начала занятий. Согласно консенсусным рекомендациям, детям 6–12 лет необходимо

9–12 часов сна, а подросткам 13–18 лет — 8–10 часов. Метааналитические данные показывают связь продолжительности и качества сна, а также дневной сонливости с учебными результатами; более позднее начало занятий в среднем связано с большей продолжительностью сна и меньшей выраженностью негативного настроения. Рассмотрены гигиенические меры на уровне семьи и школы.

Ключевые слова: физиология подростков, гигиена сна, циркадный ритм, школьная успеваемость, дневная сонливость, режим обучения.

Annotatsiya. O'smirlik davrida uyqu sirkadiy boshqaruv, xotiraning mustahkamlanishi, emotsional barqarorlik va o'qishga tayyorlik bilan chambarchas bog'langan faol fiziologik jarayondir. Ushbu tahliliy sharhda yoshga mos uyqu davomiyligi, o'smirlarda sirkadiy fazaning kechikishi, uyquning o'quv natijalari bilan bog'liqligi hamda dars boshlanish vaqtining ahamiyati bo'yicha ilmiy dalillar umumlashtirildi. Konsensus tavsiyalariga ko'ra, 6–12 yoshli bolalar uchun 9–12 soat, 13–18 yoshli o'smirlar uchun 8–10 soat muntazam uyqu maqsadga muvofiq. Meta-tahlillar uyqu davomiyligi, sifati va kunduzgi uyquchanlik o'quv ko'rsatkichlari bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Maqolada oilaviy va maktab gigiyenasi darajasidagi profilaktik yondashuvlar yoritilgan.

Kalit so'zlar: o'smirlar fiziologiyasi, uyqu gigiyenasi, sirkadiy ritm, o'quv faoliyati, kunduzgi uyquchanlik, kun tartibi.

KIRISH

Yosh fiziologiyasi nuqtayi nazaridan uyqu — asab tizimi faoliyatining oddiy “o'chishi” emas, balki neyroendokrin boshqaruv, sinaptik qayta tashkil topish, xotira izlarini mustahkamlash va vegetativ tiklanish bilan kechadigan murakkab holatdir. O'smirlikda organizmning tez o'sishi, gormonal qayta qurilish va o'quv yuklamasining ortishi uyqu rejimiga bo'lgan talabni yanada kuchaytiradi [1]. Shu bilan birga, biologik yetilish natijasida uyquga moyillikning kechki vaqtga siljishi va ijtimoiy jadvalning erta uyg'onishni talab qilishi “ijtimoiy jetlag”ga o'xshash vaziyatni yuzaga keltirishi mumkin. Shuning uchun o'smir uyqusini baholashda faqat “erta yotish” talabi emas, uning biologik ritmi, uyg'onish vaqti, haftalik rejim barqarorligi, kechki yorug'lik va raqamli qurilmalar bilan o'zaro ta'sirini birgalikda ko'rish zarur.

MATERIALLAR VA USULLAR

Yoshga xos uyqu ehtiyoji va sirkadiy mexanizmlar. American Academy of Sleep Medicine konsensusiga ko'ra, 6–12 yoshda bir sutkada 9–12 soat, 13–18 yoshda esa 8–10 soat muntazam uyqu optimal sog'liq bilan bog'liq [2]. Bu raqamlar qat'iy individual norma emas, balki populyatsiya darajasidagi fiziologik mo'ljaldir. O'smirlikda melatonin sekretsiasining boshlanish vaqti kechikishi, uyqu bosimining sekinroq to'planishi va ijtimoiy faollikning kechki soatlarga surilishi tufayli tabiiy uyqu vaqti keyinga siljishi mumkin. Ertalabki dars jadvali o'zgarmagan sharoitda esa uyquning umumiy davomiyligi qisqaradi. Dam olish kunlari kech uyg'onish uyqu qarzini qisman qoplashi mumkin, biroq hafta ichidagi barqaror sirkadiy sinxronlikni buzishi ehtimoli mavjud.

Uyqu va o'quv faoliyati. Dewald va hammualliflar bolalar hamda o'smirlardagi 50 ga yaqin ma'lumot to'plamini umumlashtirgan meta-tahlilda uyqu sifati, uyqu davomiyligi va kunduzgi uyquchanlikning maktabdagi natijalar bilan statistik jihatdan ahamiyatli, garchi kuchi katta bo'lmagan bog'liqligini ko'rsatgan [3]. Kunduzgi uyquchanlikning bog'liqligi nisbatan kuchliroq bo'lgan. Astill va hammualliflarning 86 tadqiqot hamda 35 936 maktab yoshidagi bolani qamrab

olgan meta-tahlilida uyqu davomiyligi kognitiv ko'rsatkichlar bilan ijobiy bog'langan [4]. Ushbu natijalarni sabab-oqibat sifatida soddalashtirib talqin qilish to'g'ri emas: uyquga oilaviy rejim, ruhiy zo'riqish, jismoniy faollik, ijtimoiy-iqtisodiy sharoit va o'quv yuklamasi ham ta'sir qiladi. Biroq turli dizayndagi tadqiqotlarning bir yo'nalishdagi natijalari uyqu gigiyenasini o'quv muhitining muhim komponenti sifatida ko'rishga asos beradi.

1-jadval.

Maktab yoshida uyqu gigiyenasini baholash uchun asosiy mezonlar

Mezon	Ilmiy mo'ljal	Gigiyenik talqin
Uyqu davomiyligi	6–12 yosh: 9–12 soat; 13–18 yosh: 8–10 soat [2]	Yoshga mos diapazon va kunduzgi tetiklik birgalikda baholanadi
Rejim barqarorligi	Hafta kunlari va dam olish kunlari orasidagi katta tafovut maqsadga muvofiq emas	Sirkadiy sinxronlikni saqlashga xizmat qiladi
Kunduzgi holat	Uyquchanlik, diqqatning pasayishi, ertalab uyg'onish qiyinligi	Uyquning faqat davomiyligini emas, funksional yetarliligini ko'rsatadi
Maktab jadvali	O'smirlarning biologik faza kechikishi hisobga olinadi [5]	Tashkiliy gigiyena individual tavsiyalarni to'ldiradi

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Dars boshlanish vaqti va maktab gigiyenasini. Yip va hammualliflar 28 tadqiqot, jami 1,77 milliondan ortiq yoshlarni qamrab olgan meta-tahlilda maktabning kechroq boshlanish vaqti uzoqroq uyqu va kamroq salbiy kayfiyat bilan bog'liq ekanini ko'rsatgan [5]. Bu dalil dars boshlanish vaqtini barcha maktablar uchun bir xil tarzda o'zgartirish kerak degan xulosani avtomatik bermaydi; transport, ota-ona ish rejimi, iqlim, smenali ta'lim va maktab infratuzilmasi ham hisobga olinishi lozim. Shunga qaramay, o'smirlarning biologik sirkadiy xususiyatlarini maktab jadvalini tuzishda e'tiborga olish gigiyenik jihatdan asosli tamoyildir. Ayniqsa, erta tongda murakkab nazorat ishlari yoki yuqori diqqat talab qiladigan mashg'ulotlarni ketma-ket joylashtirish o'quvchining fiziologik tayyorligiga mos kelmasligi mumkin.

Uyqu gigiyenasining amaliy tamoyillari. Uyqu gigiyenasining maqsadi o'smirni "majburiy uxlatish" emas, uyquni barqarorlashtiradigan sharoitlarni yaratishdir. Bunga yotish va uyg'onish vaqtini imkon qadar muntazam saqlash; kechki payt kuchli yorug'lik, uzluksiz axborot oqimi va emotsional qo'zg'atuvchi faoliyatni kamaytirish; kofeinli ichimliklarni ayniqsa kechga yaqin cheklash; kunduzgi jismoniy faollikni qo'llab-quvvatlash; yotoq xonasida salqin, tinch va qorong'i muhitni ta'minlash kiradi. Raqamli qurilmalar bilan bog'liq masalada faqat "ko'k nur"ga urg'u berish yetarli emas: kechki kontentning qo'zg'atuvchanligi, foydalanish davomiyligi va yotish vaqtining surilishi ham muhim. Maktabda esa uyqu haqida sog'lomlashtiruvchi ma'lumotlarni biologiya, jismoniy tarbiya va sinf soatlari bilan integratsiya qilish, o'ta katta uy vazifasi hajmi va ertalabki yuklamani gigiyenik nuqtayi nazardan baholash mumkin.

XULOSA

O'smirlik davrida uyquning yetarli davomiyligi va muntazamligi markaziy asab tizimi, emotsional holat hamda o'quv ishchanligiga aloqador muhim gigiyenik omildir. Zamonaviy dalillar uyqu sifati va kunduzgi uyquchanlikni akademik natijalardan ajratib bo'lmashligini, maktab jadvali esa bu tizimga ta'sir qiluvchi tashkiliy omillardan biri ekanini ko'rsatadi. Eng maqbul yondashuv individual, oilaviy va maktab darajasidagi choralarni birlashtirish, natijalarni esa uyqu davomiyligi bilan bir qatorda kunduzgi tetiklik, kayfiyat va funksional holat orqali baholashdan iborat.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Sodiqov B.A., Qo'chqorova L.S., Qurbonov Sh.Q. Bolalar va o'smirlar fiziologiyasi va gigiyenasi. – Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2005. – 234 b.
- [2] Paruthi S., Brooks L.J., D'Ambrosio C. et al. Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine // Journal of Clinical Sleep Medicine. – 2016. – Vol. 12, No. 6. – P. 785–786. DOI: 10.5664/jcsm.5866.
- [3] Dewald J.F., Meijer A.M., Oort F.J., Kerkhof G.A., Bögels S.M. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: a meta-analytic review // Sleep Medicine Reviews. – 2010. – Vol. 14, No. 3. – P. 179–189. DOI: 10.1016/j.smrv.2009.10.004.
- [4] Astill R.G., Van der Heijden K.B., Van IJzendoorn M.H., Van Someren E.J.W. Sleep, cognition, and behavioral problems in school-age children: a century of research meta-analyzed // Psychological Bulletin. – 2012. – Vol. 138, No. 6. – P. 1109–1138. DOI: 10.1037/a0028204.
- [5] Yip T., Wang Y., Xie M., Ip P.S., Fowle J., Buckhalt J. School Start Times, Sleep, and Youth Outcomes: A Meta-analysis // Pediatrics. – 2022. – Vol. 149, No. 6. – e2021054068. DOI: 10.1542/peds.2021-054068.

BUXORO VILOYATI QOROVULBOZOR TUMANI TAQIR TUPROQLARI SHAROITIDA G'O'ZANI SUV TEJAMKOR SUG'ORISHNI ILMIY ASOSLASH UCHUN TUPROQNING AGROKIMYOVIY HOLATINI BAHOLASH

Baqoyev Arslon Vafo o'g'li

“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” milliy tadqiqot universiteti, Toshkent, 100000, O'zbekiston
e-mail: baqoyevarslon@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada Buxoro viloyati Qorovulbozor tumani taqir tuproqlari sharoitida g'o'zani suv tejamkor sug'orish texnologiyasini ilmiy asoslash uchun olingan tuproq namunalarining mexanik tarkibi, sho'rlanish darajasi, gumus, harakatchan fosfor (P_{2O5}) va almashinuvchi kaliy (K_2O) miqdori tahlil qilindi. Tuproq profili 0–213 sm va undan pastki qatlamlar bo'yicha baholandi. Natijalar tuproqning oziqa elementlari bilan ta'minlanganligi juda past va past darajada ekanligini, mexanik tarkib esa yuqori qatlamlardan chuqurlikka qarab sezilarli o'zgarishini ko'rsatdi. Olingan ma'lumotlar sug'orish me'yorlari va sug'orish muddatlarini tuproqning suv-fizik xususiyatlari bilan uzviy bog'liq holda belgilash zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: taqir tuproq, g'o'za, suv tejamkor sug'orish, tomchilatib sug'orish, mexanik tarkib, gumus, P_{2O5} , K_2O , sho'rlanish, Qorovulbozor tumani.

Аннотация. В статье приведены результаты агрохимической оценки почвенных образцов, отобранных в условиях takyрных почв Коровулбазарского района Бухарской области для научного обоснования водосберегающего орошения хлопчатника. Определены механический состав, степень засоления, содержание гумуса, подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) по слоям почвенного профиля. Установлена очень низкая обеспеченность почвы гумусом и фосфором, а также изменение механического состава по глубине. Полученные результаты могут быть использованы при обосновании режимов и норм орошения хлопчатника с учетом водно-физических свойств почвы.

Ключевые слова: takyрные почвы, хлопчатник, водосберегающее орошение, капельное орошение, механический состав, гумус, P_2O_5 , K_2O , засоление, Коровулбазарский район.

Abstract. The article presents the results of an agrochemical assessment of soil samples collected in the taky soils of Qorovulbozor district, Bukhara region, to scientifically substantiate water-saving irrigation of cotton. Mechanical composition, salinity degree, humus, available phosphorus (P_2O_5), and exchangeable potassium (K_2O) were determined by soil depth. The results show very low humus and phosphorus availability and considerable changes in soil texture with depth. The findings provide a soil-agrochemical basis for determining cotton irrigation regimes and rates in relation to the water-physical properties of the soil.

Keywords: taky soils, cotton, water-saving irrigation, drip irrigation, soil texture, humus, P_2O_5 , K_2O , salinity, Qorovulbozor district.

KIRISH

O'zbekistonning cho'l va cho'lga tutash hududlarida qishloq xo'jaligi ekinlarini, xususan g'o'zani yetishtirishda suv resurslaridan oqilona foydalanish muhim agrotexnik vazifalardan biridir. Iqlimning quruqligi, bug'lanishning yuqoriligi, ayrim hududlarda tuproq sho'rlanishining mavjudligi va tuproqning suv-fizik xususiyatlarining qatlamlar bo'yicha o'zgarishi sug'orish rejimini oddiy me'yorlar asosida emas, balki aniq tuproq sharoitini hisobga olgan holda belgilashni talab qiladi [1, 2].

Buxoro viloyatining sug'orma dehqonchilik hududlarida suv tanqisligi sharoitida tomchilatib sug'orish va boshqa suv tejankor texnologiyalardan foydalanish suvni bevosita ildiz tarqaladigan qatlamga yetkazish, sug'orish vaqtini boshqarish hamda ortiqcha suv sarfini kamaytirish imkonini beradi. Biroq bunday texnologiyaning samaradorligi faqat sug'orish uskunasi emas, balki tuproqning mexanik tarkibi, nam sig'imi, suv o'tkazuvchanligi, zichligi, sho'rlanishi va oziqa elementlari bilan ta'minlanganligiga ham bog'liq [3, 4].

Qorovulbozor tumani sharoitidagi taqir tuproqlar profili bo'yicha qatlamlarning mexanik tarkibi bir xil emas. Shu sababli g'o'zaning ildiz tizimi rivojlanadigan qatlamda namlikning taqsimlanishi va sug'orishdan keyingi suv harakati ham turlicha kechishi mumkin. Mazkur maqolada dastlabki bosqichda tuproqning agroximik holatini aniqlash va kelgusida suv tejankor sug'orish rejimini asoslash uchun zarur bo'lgan tuproq qatlamlari tavsiflanadi.

Tadqiqotning maqsadi — Buxoro viloyati Qorovulbozor tumani taqir tuproqlari sharoitida g'o'zani suv tejankor sug'orish texnologiyasini ilmiy asoslash uchun tuproq profilining mexanik tarkibi, sho'rlanish darajasi, gumus, P_2O_5 va K_2O bilan ta'minlanganligini qatlamlar bo'yicha baholash.

Tadqiqot vazifalari: tuproq profilini qatlamlar bo'yicha tavsiflash; mexanik tarkib va sho'rlanish darajasini aniqlash; gumus, P₂O₅ va K₂O miqdorini baholash; olingan ko'rsatkichlarning g'o'zani suv tejamkor sug'orish rejimini ishlab chiqishdagi amaliy ahamiyatini asoslash.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot obyekti sifatida Buxoro viloyati Qorovulbozor tumanidagi taqir tuproqlar sharoitida g'o'za yetishtiriladigan maydon tuproqlari olindi. Tuproq namunalaridan 0–20, 20–37, 37–56, 56–82, 82–95, 95–123, 123–163, 163–213 sm qatlamlar hamda 213 sm dan pastki qatlam bo'yicha foydalanildi. Namunalar bo'yicha mexanik tarkib, sho'rlanish darajasi, gumus, P₂O₅ va K₂O miqdori baholandi.

Tahlil natijalari qatlamlar kesimida qiyosiy usulda umumlashtirildi. Oziqa elementlari bilan ta'minlanganlik darajasi berilgan laboratoriya baholari asosida "juda kam", "kam" va tegishli sho'rlanish darajalari bo'yicha tasniflandi. Mazkur maqolada sug'orishning dala suv sarfi yoki hosildorlikka ta'siri bo'yicha yakuniy raqamlar keltirilmagan, chunki ushbu bosqichda asosiy e'tibor tuproqning boshlang'ich agroximik holatini aniqlashga qaratilgan.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tuproq tahlili natijalari profil bo'yicha oziqa elementlari bilan ta'minlanganlikning pastligi bilan ajralib turishini ko'rsatdi. 0–20 sm qatlamda gumus miqdori 0,18% bo'lib, juda kam darajada baholangan. P₂O₅ miqdori 8,5 mg/kg, K₂O esa 120,40 mg/kg ni tashkil etgan. Ushbu qatlamda mexanik tarkib o'rta qumoqli, sho'rlanish darajasi kam deb qayd etilgan. G'o'zaning dastlabki vegetatsiya davrida faol ildizlar joylashadigan qatlam sifatida ushbu qismning oziqa holati o'simlikning o'sish sharoitini baholashda muhim ahamiyatga ega.

20–37 sm qatlamda mexanik tarkib yengil qumoqli, sho'rlanish darajasi o'rtacha bo'lgan. Gumus 0,15%, P₂O₅ 10 mg/kg va K₂O 139,66 mg/kg miqdorida aniqlangan. Fosfor va gumusning juda kam, kaliyning esa kam darajada bo'lishi oziqa rejimini sug'orish rejimi bilan birgalikda ko'rib chiqishni talab etadi. Ayniqsa, o'rtacha sho'rlanish qayd etilgan qatlamda ortiqcha sug'orish va namlikning uzoq saqlanishi tuproqning havo rejimi hamda ildiz faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

37–56 sm qatlamda tuproq qumli bo'lib, sho'rlanish darajasi kam. Gumus 0,11%, P₂O₅ 9 mg/kg, K₂O 108,36 mg/kg ni tashkil qilgan. 56–82 sm qatlamda ham qumli mexanik tarkib kuzatilgan, gumus 0,15%, P₂O₅ 8 mg/kg, K₂O 91,50 mg/kg bo'lgan. Mazkur qatlamlarning nisbatan yengil mexanik tarkibi suvning pastga harakatlanish xususiyatiga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli suv tejamkor sug'orishda bir martalik katta me'yor berishdan ko'ra, tuproq namligini muntazam kuzatib, o'simlikning ehtiyojiga mos kichikroq va boshqariladigan sug'orish me'yorlarini tanlash ilmiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

82–95 sm qatlamda gumus 0,07% gacha kamaygan, P₂O₅ 8 mg/kg, K₂O 60,20 mg/kg bo'lgan. 95–123 sm qatlamda gumus 0,15%, P₂O₅ 7 mg/kg va K₂O 57,79 mg/kg aniqlangan. Har ikkala qatlamda mexanik tarkib qumli va sho'rlanish darajasi kam. Oziqa moddalari bilan ta'minlanganlikning pasayishi chuqurlik bo'yicha oziqa rejimini baholashda tuproq profilining bir xil emasligini ko'rsatadi.

123–163 sm qatlamda mexanik tarkib qumloqli, sho'rlanmagan, gumus 0,11%, P₂O₅ 6 mg/kg va K₂O 60,20 mg/kg bo'lgan. 163–213 sm qatlamda ham qumloqli tarkib va sho'rlanmagan holat qayd etilgan; gumus 0,11%, P₂O₅ 6 mg/kg, K₂O 43,34 mg/kg. 213 sm dan pastki qatlamda mexanik

tarkib qumloqli bo‘lib, kuchli sho‘rlanish qayd etilgan; gumus 0,11%, P₂O₅ 5 mg/kg va K₂O 110,77 mg/kg ni tashkil etgan.

Profilning chuqur qatlamida kuchli sho‘rlanish mavjudligi sug‘orish rejimini belgilashda alohida e‘tibor talab qiladi. Sug‘orish suvi va tuproq namligi harakati natijasida tuzlarning kapillyar ko‘tarilishi yoki ildiz zonasida qayta taqsimlanishi ehtimoli mavjud. Shuning uchun suv tejamkor sug‘orish texnologiyasini joriy etishda faqat suv sarfini kamaytirish emas, balki ildiz zonasida maqbul namlik va tuz rejimini saqlash asosiy mezonlardan biri bo‘lishi lozim [5, 6].

1-jadval.

Qorovulbozor tumani taqir tuproqlari profilining mexanik tarkibi va agroximik ko‘rsatkichlari

№		Qatlam, sm	Mexanik tarkib	Sho‘rlanish	Gumus, %	P ₂ O ₅ , mg/kg	K ₂ O, mg/kg
1		0–20	o‘rta qumoqli	kam	0,18	8,5	120,40
2		20–37	yengil qumoqli	o‘rtacha	0,15	10	139,66
3		37–56	Qumli	kam	0,11	9	108,36
4		56–82	Qumli	kam	0,15	8	91,50
5		82–95	Qumli	kam	0,07	8	60,20
6		95–123	Qumli	kam	0,15	7	57,79
7		123–163	Qumloqli	sho‘rlanmagan	0,11	6	60,20
8		163–213	Qumloqli	sho‘rlanmagan	0,11	6	43,34
9		213 dan past	Qumloqli	kuchli	0,11	5	110,77

Jadval ma’lumotlari tuproq profilining keskin tabaqalanganligini ko‘rsatadi. Eng yuqori qatlamlarda qumoqli tarkib, keyingi qatlamlarda esa qumli va qumloqli tarkib ustun. Gumus miqdori barcha qatlamlarda juda kam bo‘lib, eng past qiymat 82–95 sm qatlamda — 0,07% qayd etilgan. P₂O₅ miqdori 5–10 mg/kg oralig‘ida bo‘lib, barcha qatlamlarda juda kam ta’minlangan. K₂O miqdori 43,34–139,66 mg/kg oralig‘ida o‘zgarib, ayrim yuqori qatlamlarda kam, chuqurroq qatlamlarda esa juda kam darajada baholangan.

Tuproqning bunday agroximik holati suv tejamkor sug‘orish bilan oziqlantirish tizimini uyg‘unlashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Bunda mineral o‘g‘itlarni o‘simlikning fenologik davrlari va tuproq tahlili natijalariga mos ravishda tabaqalashtirib berish, sug‘orish esa ildiz zonasidagi namlikni belgilangan chegarada ushlab turishga yo‘naltirilishi lozim. Tomchilatib sug‘orish sharoitida suv va oziqa elementlarini ildiz zonasiga aniq yetkazish imkoniyati mavjud bo‘lib, bu tuproqdagi tabiiy oziqa taqchilligini boshqarish uchun qo‘shimcha imkoniyat yaratadi [4, 7].

Shu bilan birga, ushbu maqoladagi agroximik natijalar sug‘orish samaradorligining yakuniy ko‘rsatkichi emas. Suv tejamkor texnologiyaning to‘liq samaradorligini baholash uchun tuproqning hajmiy massasi, zichligi, dala nam sig‘imi, so‘lish namligi, suv o‘tkazuvchanligi, infiltratsiya tezligi, sug‘orish oldi namligi, vegetatsiya davridagi suv sarfi, hosildorlik va suvdan foydalanish samaradorligi kabi ko‘rsatkichlarni ham aniqlash talab etiladi. Mazkur ko‘rsatkichlar asosida g‘o‘za uchun maqbul sug‘orish oldi tuproq namligi va sug‘orish me‘yorlari ilmiy jihatdan asoslanadi.

Qorovulbozor tumani taqir tuproqlari sharoitida g'oz' yetishtiriladigan maydon tuproq profili 0–213 sm va undan pastki qatlam bo'yicha mexanik tarkib, sho'rlanish, gumus, P_2O_5 va K_2O ko'rsatkichlari asosida kompleks tavsiflandi. Tuproq profilida oziqa elementlari ta'minlanganligining juda pastligi hamda mexanik tarkibning chuqurlik bo'yicha o'zgarishi aniqlanib, mazkur holat suv tejankor sug'orish rejimini tabaqalashtirish uchun boshlang'ich agroximik asos sifatida taklif etildi.

Amaliy ahamiyati

Tadqiqot natijalari Qorovulbozor tumani sharoitida g'oz' suv tejankor sug'orish texnologiyasini loyihalashda tuproqning boshlang'ich holatini hisobga olish, sug'orish me'yorlarini ildiz zonasining namlik va tuz rejimi bilan bog'lash, oziqa elementlari taqchilligini aniqlangan tuproq tahlillari asosida boshqarish uchun foydalanilishi mumkin. Ayniqsa, 213 sm dan pastki qatlamda kuchli sho'rlanish qayd etilgani sababli sug'orish jarayonida tuzlarning ildiz zonasiga ko'chishi va qayta taqsimlanishini muntazam nazorat qilish tavsiya etiladi.

XULOSA

1. Qorovulbozor tumani taqir tuproqlari profilida mexanik tarkib yuqori qatlamdagi o'rta va yengil qumoqli holatdan chuqur qatlamlarda qumli hamda qumloqli holatga o'zgaradi. Bu suvning tuproq profilida harakatlanishi va namlikning saqlanish xususiyatlarini qatlamlar bo'yicha alohida baholash zarurligini ko'rsatadi.

2. Gumus miqdori 0,07–0,18% oralig'ida bo'lib, barcha qatlamlarda juda kam darajada. P_2O_5 miqdori 5–10 mg/kg oralig'ida va juda kam ta'minlangan. K_2O 43,34–139,66 mg/kg oralig'ida o'zgarib, yuqori qatlamlarda kam, ayrim chuqur qatlamlarda juda kam darajada baholangan.

3. 0–20 sm qatlamda sho'rlanish kam, 20–37 sm qatlamda o'rtacha, 123–213 sm qatlamlarda sho'rlanmagan holat, 213 sm dan pastda esa kuchli sho'rlanish qayd etildi. Shu sababli suv tejankor sug'orishda ildiz zonasidagi namlik bilan birga tuz rejimini ham nazorat qilish zarur.

4. Tuproqning agroximik holati g'oz' suv tejankor sug'orish rejimini ishlab chiqish uchun dastlabki asos bo'lib xizmat qiladi. Keyingi bosqichda tuproqning suv-fizik xususiyatlari, sug'orish oldi namligi, sug'orish me'yorlari va vegetatsiya davridagi suv sarfi aniqlanib, ular hosildorlik bilan bog'langan holda baholanishi lozim.

5. Tomchilatib sug'orish sharoitida suvni ildiz zonasiga boshqariladigan miqdorda berish, sug'orishlar oralig'ini tuproq namligi monitoringi asosida belgilash va oziqa elementlarini tuproq tahlili natijalariga mos holda tabaqalashtirish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998.
- [2]. Ayers R.S., Westcot D.W. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. Rome: FAO, 1985.
- [3]. Hillel D. Introduction to Environmental Soil Physics. Amsterdam: Elsevier, 2004.
- [4]. Xamidov M., Matyakubov B. Suv resurslaridan oqilona foydalanishda suv tejankor texnologiyalarning o'rni // O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi. – Toshkent, 2025.
- [5]. Raximov Q., Begmatov I. Innovatsion sug'orish texnologiyalarining samaradorligi. – Toshkent, 2022.

- [6]. O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi va Suv xo'jaligi vazirligi materiallari. Sug'orma dehqonchilikda suv resurslaridan oqilona foydalanish bo'yicha uslubiy materiallar.
- [7]. Dala tajribalarini o'tkazish uslublari. – Toshkent: O'zPITI, 2007.
- [8]. Dospexov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Agropromizdat, 1985.

TABOBATNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI YUQUMLI KASALLIKLAR

Rahimova Hilolaxon Rustamjonovna, Yusupova Mumtozabegim Murodjon qizi

Central Asian Medical University
e-mail: hilolaxon.rahimzoda.87@bk.ru

Annotatsiya: Hozirgi davrda bir qator yuqumli kasalliklar mavjud bo'lib ularni o'rganishimiz va bilishimiz juda zarurdir. Har qanday yuqumli kasallik avj olsa epidemiyani keltirib chiqaradi. Epidemiya - yuqumli kasalliklarning biror o'lka, viloyatda yoki mamlakatda keng tarqalib ketishi. Bunda bemorlar soni odatdagidan 5-10 marta ko'p bo'ladi.

Abstract: Nowadays, there are a number of infectious diseases that are essential to study and understand. The outbreak of any infectious disease can lead to an epidemic. An epidemic is the widespread occurrence of an infectious disease in a particular region, province, or country. During an epidemic, the number of patients is usually 5–10 times higher than the normal level.

Аннотация: В настоящее время существует ряд инфекционных заболеваний, изучение и знание которых имеют большое значение. Возникновение и распространение любого инфекционного заболевания может привести к эпидемии. Эпидемия — это широкое распространение инфекционного заболевания на территории определённой области, региона или страны. При эпидемии количество заболевших обычно в 5–10 раз превышает обычный уровень.

Kalit so'zlar: epidemiya, epifitotiya, epizootiya, ko'kyo'tal, quturish, sigir chechagi, ebola isitmasi, lassa, marburg, machupo. SARS-CoV-2, -(kovid-19).

Keywords: epidemic, epiphytotic disease, epizootic disease, whooping cough, rabies, cowpox, Ebola fever, Lassa fever, Marburg disease, Machupo virus, SARS-CoV-2, COVID-19.

Ключевые слова: эпидемия, эпифитотия, эпизоотия, коклюш, бешенство, коровья оспа, лихорадка Эбола, лихорадка Ласса, болезнь Марбург, вирус Мачупо, SARS-CoV-2, COVID-19.

KIRISH

Adabiyotlar tahlili va metodologiya Barchamizga ayonki, pandemiyadan keyin dunyoning ijtimoiy-iqtisodiy manzarasi albatta o'zgaradi. To'plangan tajriba shuni ko'rsatmoqdaki, kuchli va samarali boshqaruv tizimiga ega bo'lgan davlatlar pandemiya xavfini o'z vaqtida va bir yoqadan bosh chiqarib, bartaraf etishga va bu kurashda yengib chiqishga qodir bo'ladi. Buni O'zbekistonning pandemiya davridagi kurash tajribasi ham isbotlab turibdi. Ana shu o'ta muhim vazifalarni amalga oshirishda asosiy talab, davlat va jamiyat institutlari o'rtasida samarali hamkorlikni ta'minlash, bu jarayonda natijadorlik va sifatni oshirishdan iborat dedi prezidentimiz Sh.Mirziyayev bu yilgi murojatnomada Hozirgi davrda bir qator yuqumli kasalliklar mavjud bo'lib ularni o'rganishimiz va

bilishimiz juda zarurdir. Har qanday yuqumli kasallik avj olsa epidemiyani keltirib chiqaradi. Epidemiya - yuqumli kasalliklarning biror o'lka, viloyatda yoki mamlakatda keng tarqalib ketishi. Bunda bemorlar soni odatdagidan 510 marta ko'p bo'ladi. Hayvonlarning barcha yuqumli kasalliklari 5 guruhga bo'linadi: 1-guruh -alimantar infektsiyalar. Tuproq, em, suv orqali o'tadi. Ovqat xazm qilish rejimi zararlanadi. Bunday infektsiyalarga kuydirgi, oqsim, manqa, brutsellez kiradi. 2-guruh - respirator infektsiyalar. Nafas olish yo'llari shillik pardalari va ugosaning zararlanishi. Infektsiya asosan havo-tomchi yo'li bilan yuqadi. Ushbukasalliklarga paragripp, ekzotik zotiljam, qo'y va echki chechagi, go'shtxo'r hayvonlar vabosi kiradi. 3-guruh -transmissi infektsiyalar. Qon so'ruvchi bo'g'im oyoqilar yordamida o'tadi. Qo'zg'atuvchilari doimo yoki alohida davrlarda qonda bo'ladi. Bu kasalliklarga entsefalomielit, tulyaremiya, otlarning yuqumli anemiyasi taalluqlidir. 4-guruh - qo'zg'atuvchilari teri orqali vositachilar ishtirokisiz o'tadigan infektsiyalar, ko'kyo'tal, quturish, sigir chechagi ushbu kasalliklar sirasiga kiradi. 5-guruh -aniqlanmagan yo'l bilan zararlaydigan infektsiyalar. O'ta xavfli kasalliklar epizootiyasining shakllanish manbalari sel oqimlari, suv toshqinlari, davlat veterinariya xizmati bilan kelishmay turib yer ishlarini olib borish, chetdan olib kiriladigan hayvonlar, oziq-ovqat mahsulotlari, em va boshqa vositalar, chetdan uchib keluvchi yovvoyi parrandalar to'planadigan joylar, o'ta xavfli kasalliklar o'choqlari mavjud joylarda kemiruvchilar va xasharotlar sonining ortishi va biologik terrorizm bo'lishi mumkin.

MATERIALLAR VA USULLAR

Quturish.Quturish o'tkir yuqumli zoonoz kasallik bo'lib, markaziy nerv sistemasining zararlanishi bilan kechadi. Qutirish kasalligi qadim zamonlardan beri ma'lum bo'lib, odamlarda qutirish kasalligi itlarning tishlashi natijasida kelib chiqishini birinchi marta Aristotel aniqlagan. Qutirishning klinikasini dastlab 1 asrda Sels yoritdi va uni "suvdan qo'rqish" deb atadi. 1887 yilda Babesh va 1903 yilda qutirib o'lgan hayvonlar bosh miyasining ammon shoxi deb ataluvchi qismida dog'ga o'xshash yumaloq tuzilmalar borligini aniqlaganlar. Keyinchalik o'sha dog'lar quturish virusi ta'sirida paydo bo'lishini isbotladilar. Mashhur frantsuz olimi Lui Paster o'tgan asrda (1881-1888) qutirishga qarshi emdori-vaqtsina topdi va ishlab chiqdi, it, bo'ri tishlagan odamlarni shu emdori bilan emlashni amalda joriy etdi. Kasallikning kelib chiqishi. Quturishni qo'zg'atuvchi virus qutirgan hayvonning so'lagida mavjud bo'lib u tashqi muhitda uzoq saqlana olmaydi. Virus dezinfektsiyalovchi moddalar ta'sirida 5-10 minut, qaynatilganida 2 minut davomida halok bo'ladi. Quritilganda va past haroratda uzoq vaqt tirik saqlanadi.

Kasallikning kechishi. Kasallikning inkubatsion, ya'ni yashirin davri 1-2 oy davom etadi, ba'zan 2 haftagacha qisqarishi yoki 1 yilgacha o'zayishi mumkin. Yashirin davrning qisqa yoki uzoq bo'lishi qutirgan hayvon tishlaganda yuzaga kelgan jarohatning qaerda joylashgani, katta-kichikligi va chuqur-yuzakiligiga bog'liq. Jaroxat bosh yoki yuzda bo'lsa, yashirin davr qisqaradi. Bolalarda esa bu davr kattalardagiga qaraganda umuman qisqaroq davom etadi. Quturishning klinikasida uch davr ajratiladi: 1) boshlang'ich davri; 2) qo'zg'alish davri; 3) falaj davri; Boshlang'ich davri 2-3 kun davom etadi. Bemor uyqusi buzilib, ishtahasi bo'g'iladi, qo'rquv hissi paydo bo'ladi, kayfiyati o'zgarib turadi. Keyinchalik atrofga loqayd bo'lgan holda yotadi. Bir oz harorati oshadi. Hayvon tishlagan joydagi jarohat tortishib og'riydi. Suvdan va havodan qo'rqish belgilari paydo bo'ladi. Bemorlar chanqab, suyuqlik ichishga urinsa, darhol yutish va nafas muskullari tortishib qisqaradi va qattiq og'riydi. Bu vaqtda bemor juda qiynalib azob chekadi, shu sababli ichish u yoqda tursin suvni ko'rishi bilanoq undan qo'rqadi. Ba'zan suyuqlikni ko'rish emas, balki nomini eshitganda ham uni vahima bosadi. Bu holat qutirish kasalligiga juda harakterlidir. Nafas va yutish muskullari havo

harakati ta'sirida ham tortishib qisqarishi mumkin. Bemorning harorati 38 darajagacha ko'tariladi, ovozi bug'iladi, badani terlab, so'lagi oqadi, hiqichoq tutadi, ko'z qorachig'i kengayadi, oyoq-qo'llari og'riydi ko'zlari bir narsadan qo'rqqandek ko'rinadi. Tomiri tez-tez uradi, yurak notekis ura boshlaydi. Nafas tartibsiz va yuzaki bo'ladi, vaqti-vaqti bilan chuqur-chuqur nafas oladi. Muskullar tortishishi nafas va yutish muskullaridan boshlanib, keyin hamma muskullarga tarqaladi. Talvasalanish boshlanadi. Bunda arzimagan tovush, quyosh nuri va lampa yorug'ligi yoki bemor badaniga biror narsaning sal tegishi muskullarning tortishishiga sabab bo'ladi. Bu davrda bemor uxlamaydi, o'z-o'zini tishlaydi.

XULOSA

Xulosa qilib aytishimiz mumkinki, har qanday yuqumli kasallik avj olmasidan uni oldini olishimiz kerak chunki, inson hayotiga va sog'ligiga, atrof muhitgamamlakatimiz taraqqiyotiga jiddiy xavf tug'diradi. Natijada insonlarning turmush tarzi mamlakatning iqtisodiyoti rivojlanishiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun avvalo har bir inson shaxsiy gigiyena qoidalariga amal qilmog'i darkor.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. O.R.Yuldashev, Sh.G.Djabborova, O.T.Xasanova. Hayot faoliyati xavfsizligi. Darslik–T.:“Toshkent-Iqtisodiyot”,2014.– 268 b.
- [2]. Yormatov G'.Yo. va boshqalar. Hayot faoliyati xavfsizligi. –T.“Aloqachi”,2009. – 348 b.
- [3]. G'oyipov H.E. Hayot faoliyati xavfsizligi. –T.: “Yangi asr avlodi”, 2007. – 264 b.
- [4]. Qudratov A. va b. "Hayotiy faoliyat xavfsizligi". Ma'ruza kursi-T“Aloqachi” 2005.355 b.
- [5]. <https://www.amerikaovozi.com/a/new-coronavirus/5257326.html>

TRITICUM AESTIVUM L. DONIDA RUX (Zn) MIQDORINI BIOFORTIFIKATSIYA ORQALI OSHIRISH

Aliyeva Madina Shuhrat qizi¹, Tog'ayeva Marg'uba Abdisottarovna²

¹Turon universiteti magistranti, Qarshi 180100, O'zbekiston

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: togaevamarguba49@gmail.com

Annotatsiya. *Bug'doy donida rux (Zn) konsentratsiyasini oshirish inson oziqlanishidagi yashirin ochlikni kamaytirishning amaliy yo'nalishlaridan biridir. Ushbu maqolada Zn o'g'itlarini tuproqqa, bargga va kombinatsiyalangan usulda qo'llash samaradorligi zamonaviy xalqaro tadqiqotlar asosida tahlil qilindi. Global meta-tahlil ma'lumotlariga ko'ra, oddiy bug'doy donida Zn o'rtacha 28,2 mg/kg bo'lib, 40 mg/kg biofortifikatsiya maqsadidan past. Bargdan Zn berish don Zn miqdorini o'rtacha 55,2%, tuproq+barg usuli 62,3%, faqat tuproqdan qo'llash esa 29,1% oshiradi. Natijalar kechki rivojlanish bosqichlarida bargdan Zn berish, boshlang'ich don Zn darajasi va o'g'it me'yori asosiy boshqaruvchi omillar ekanligini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *Triticum aestivum L., rux, Zn, biofortifikatsiya, bargdan oziqlantirish, ZnSO4, don sifati, mikroelement.*

Abstract. Increasing grain zinc (Zn) concentration in wheat is a practical strategy to reduce hidden hunger. This paper synthesizes recent international evidence on soil, foliar and combined Zn fertilization. A global meta-analysis reported a mean wheat grain Zn concentration of 28.2 mg/kg, below the commonly used biofortification target of 40 mg/kg. Foliar Zn increased grain Zn by 55.2% on average, soil+foliar application by 62.3%, and soil application alone by 29.1%. Late-season foliar application, initial grain Zn concentration and Zn rate were identified as major drivers of biofortification efficiency.

Keywords: *Triticum aestivum* L., zinc, Zn, biofortification, foliar application, ZnSO₄, grain quality, micronutrient.

Аннотация. Повышение концентрации цинка (Zn) в зерне пшеницы является практической стратегией снижения скрытого голода. В статье обобщены современные данные о почвенном, внекорневом и комбинированном внесении Zn. По данным глобального метаанализа, средняя концентрация Zn в зерне пшеницы составляет 28,2 мг/кг, что ниже часто используемой целевой величины биофортификации 40 мг/кг. Внекорневое внесение повышало содержание Zn в среднем на 55,2%, сочетание почвенного и внекорневого внесения — на 62,3%, а только почвенное внесение — на 29,1%.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., цинк, Zn, биофортификация, внекорневое внесение, ZnSO₄, качество зерна, микроэлемент.

KIRISH

Rux o‘simlik metabolizmi va inson oziqlanishida zarur mikroelement bo‘lib, don mahsulotlariga tayangan populyatsiyalarda uning yetishmovchiligi dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Bug‘doy dunyo aholisining katta qismi uchun asosiy oziq-ovqat manbai bo‘lgani sababli, don Zn miqdorini oshirish biofortifikatsiyaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. So‘nggi sharhlar genetik va agronomik yondashuvlarni birgalikda qo‘llash donning oziqaviy qiymatini barqaror oshirishini ko‘rsatadi [1,2].

MATERIALLAR VA USULLAR

Tahlil uchun 2014–2025 yillarda Journal of Cereal Science, Frontiers in Nutrition, Frontiers in Plant Science, Journal of Food Composition and Analysis va boshqa xalqaro jurnallarda chop etilgan maqolalardagi natijalar va O‘zbekiston hududida yetishtirilayorgan mintaqaviy ma’lumotlar umumlashtirildi. Asosiy ko‘rsatkichlar sifatida don Zn konsentratsiyasi (mg/kg), Zn qo‘llash usuli, nisbiy o‘sish (%) va 40 mg/kg maqsadli chegara olindi. Grafik 2025-yilgi global meta-tahlildagi yig‘ma ko‘rsatkichlar asosida qayta tuzildi [3].

NATIJALAR

Global meta-tahlilda bug‘doy donining o‘rtacha Zn miqdori 28,2 mg/kg bo‘lib, ko‘plab hududlarda 40 mg/kg maqsadli darajaga yetmagan [3]. Agronomik usullar orasida eng katta o‘sish tuproq+barg kombinatsiyasida kuzatilgan. Bargdan purkashning samarasi, ayniqsa gullash va don to‘lish bosqichlarida, Zn ning vegetativ organlardan don tomon remobilizatsiyasini kuchaytirishi bilan izohlanadi [3,4].

KIRISH

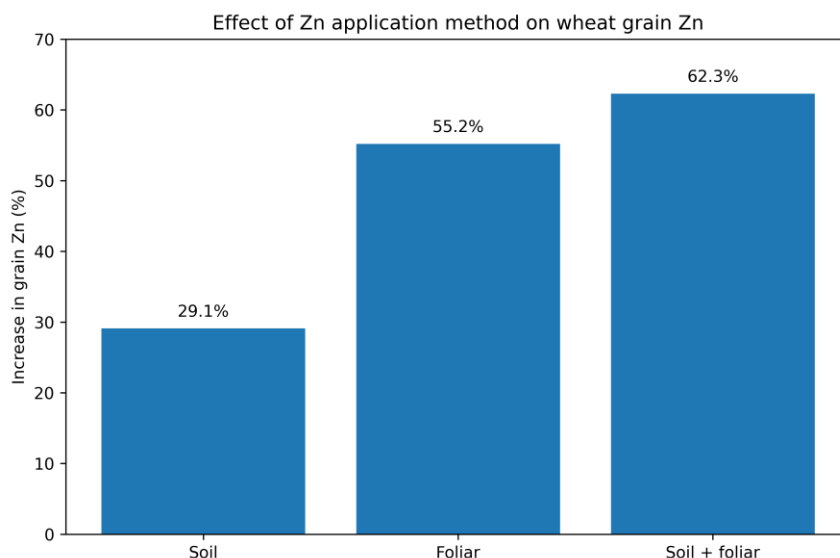
Rux o'simlik metabolizmi va inson oziqlanishida zarur mikroelement bo'lib, don mahsulotlariga tayangan populyatsiyalarda uning yetishmovchiligi dolzarb muammo bo'lib qolmoqda. Bug'doy dunyo aholisining katta qismi uchun asosiy oziq-ovqat manbai bo'lgani sababli, don Zn miqdorini oshirish biofortifikatsiyaning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. So'nggi sharhlar genetik va agronomik yondashuvlarni birgalikda qo'llash donning oziqaviy qiymatini barqaror oshirishini ko'rsatadi [1,2].

MATERIALLAR VA USULLAR

Tahlil uchun 2014–2025 yillarda Journal of Cereal Science, Frontiers in Nutrition, Frontiers in Plant Science, Journal of Food Composition and Analysis va boshqa xalqaro jurnallarda chop etilgan maqolalardagi natijalar umumlashtirildi. Asosiy ko'rsatkichlar sifatida don Zn konsentratsiyasi (mg/kg), Zn qo'llash usuli, nisbiy o'sish (%) va 40 mg/kg maqsadli chegara olindi. Grafik 2025-yilgi global meta-tahlildagi yig'ma ko'rsatkichlar asosida qayta tuzildi [3].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Global meta-tahlilda bug'doy donining o'rtacha Zn miqdori 28,2 mg/kg bo'lib, ko'plab hududlarda 40 mg/kg maqsadli darajaga yetmagan [3]. Agronomik usullar orasida eng katta o'sish tuproq+barg kombinatsiyasida kuzatilgan. Bargdan purkashning samarasi, ayniqsa gullash va don to'lish bosqichlarida, Zn ning vegetativ organlardan don tomon remobilizatsiyasini kuchaytirishi bilan izohlanadi [3,4].



1-rasm. Zn qo'llash usullarining bug'doy donidagi Zn miqdoriga nisbiy ta'siri. Meta-tahlil ma'lumotlari asosida tuzildi [3].

Faqat tuproqdan Zn berish ko'pincha donning oziqaviy maqsadiga yetish uchun yetarli emas. Bunga tuproq pH-i, karbonatlar, fosfor bilan antagonizm va Zn ning ildiz zonasida kam harakatchanligi sabab bo'lishi mumkin. Bargdan Zn berish bu cheklolarning bir qismini chetlab o'tadi va don to'lish davrida Zn ning floema orqali don tomonga o'tishini kuchaytiradi. Genetik jihatdan yuqori-Zn navlarda foliar Zn qo'llanishi qo'shimcha ravishda >15 mg/kg o'sish berib, ayrim

tajribalarda don Zn miqdorini 50 mg/kg dan yuqoriga olib chiqqan [5]. Shu sababli agrotexnik biofortifikatsiya navning genetik imkoniyati bilan uyg'unlashtirilganda eng barqaror natija olinadi.

XULOSA

Bug'doy donini Zn bilan biofortifikatsiya qilishda bargdan va tuproq+barg usullarini qo'llash eng samarali agronomik strategiyalar sifatida ajralib turadi. 40 mg/kg maqsadli darajaga erishishda o'g'it me'yori, purkash vaqti, boshlang'ich Zn darajasi hamda genotip xususiyatlarini birgalikda hisobga olish lozim. Amaliy jihatdan Zn miqdori 30 mg/kg dan past bo'lgan maydonlarda tuproq+barg, 30–40 mg/kg oralig'ida esa bargdan Zn berish maqsadga muvofiq yondashuv hisoblanadi [3].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Velu G., Ortiz-Monasterio I., Cakmak I., Hao Y., Singh R.P. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. *Journal of Cereal Science*. 2014;59(3):365–372. doi:10.1016/j.jcs.2013.09.001.
- [2] Gupta O.P. et al. Critical assessment of wheat biofortification for iron and zinc: a comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*. 2024;10:1310020. doi:10.3389/fnut.2023.1310020.
- [3] Hui X., Luo L., Chen Y., Palta J.A., Wang Z. Zinc agronomic biofortification in wheat and its drivers: a global meta-analysis. *Nature Communications*. 2025;16:3913. doi:10.1038/s41467-025-58397-y.
- [4] Xia H. et al. Elucidating the source–sink relationships of zinc biofortification in wheat grains: A review. *Food and Energy Security*. 2020;9:e243. doi:10.1002/fes3.243.
- [5] Cakmak I. et al. Agronomic biofortification of genetically biofortified wheat genotypes with zinc, selenium, iodine, and iron under field conditions. *Frontiers in Plant Science*. 2024;15:1455901. doi:10.3389/fpls.2024.1455901.
- [5] Soil and foliar application of Zn enhances its biofortification, bioavailability and productivity in both biofortified and non-biofortified wheat varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023;124:105691. doi:10.1016/j.jfca.2023.105691.

***TRITICUM AESTIVUM* L. DONIDA Zn BIOFORTIFIKATSIYASINING GENETIK VA MOLEKULYAR ASOSLARI: QTL, GWAS VA DONDA TO'PLANGAN RUX TAHLILI**

Aliyeva Madina Shuhrat qizi¹, Tog'ayeva Marg'uba Abdisottarovna²

¹Turon universiteti magistranti, Qarshi 180100, O'zbekiston

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: togaevamarguba49@gmail.com

Annotatsiya. Bug'doy donida Zn konsentratsiyasini genetik yo'l bilan oshirish biofortifikatsiyaning uzoq muddatli va nasldan-naslga barqaror strategiyasidir. Ushbu maqolada don Zn konsentratsiyasining genetik o'zgaruvchanligi, QTL va GWAS natijalari, Zn ning ildizdan don tomon ko'chirilishida ishtirok etuvchi ZIP, YSL, HMA va NRAMP tashuvchilari hamda NAM-B1 bilan bog'liq remobilizatsiya jarayonlari tahlil qilindi. 382 ta bug'doy namunasida o'tkazilgan GWASda 3A, 4A, 5B, 6D va 7A xromosomalarda 9 ta barqaror QTL aniqlangan. CIMMYTning 5

585 ta seleksiya liniyasida don Zn 27–74,5 mg/kg oralig'ida bo'lib, yuqori-Zn genotiplarni seleksiya qilish uchun katta genetik zaxira mavjudligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *Triticum aestivum* L., Zn, biofortifikatsiya, GWAS, QTL, ZIP, YSL, NAM-B1, molekulyar seleksiya.

Abstract. Genetic enhancement of grain zinc (Zn) is a long-term and heritable strategy for wheat biofortification. This paper reviews genetic variation in grain Zn concentration, QTL and GWAS findings, and molecular processes controlling Zn uptake, transport and grain loading, including ZIP, YSL, HMA and NRAMP transporters and NAM-B1-related remobilization. A GWAS of 382 wheat accessions identified nine stable QTLs on chromosomes 3A, 4A, 5B, 6D and 7A. In a CIMMYT panel of 5,585 breeding lines, grain Zn ranged from 27 to 74.5 mg/kg, demonstrating substantial genetic diversity available for breeding high-Zn wheat.

Keywords: *Triticum aestivum* L., Zn, biofortification, GWAS, QTL, ZIP, YSL, NAM-B1, molecular breeding.

Аннотация. Генетическое повышение содержания цинка (Zn) в зерне является долговременной и наследуемой стратегией биофортификации пшеницы. В статье рассмотрены генетическая изменчивость концентрации Zn, результаты QTL- и GWAS-анализов, а также молекулярные механизмы поглощения, транспорта и загрузки Zn в зерно с участием переносчиков ZIP, YSL, HMA и NRAMP и ремобилизации, связанной с NAM-B1. В GWAS 382 образцов выявлено девять стабильных QTL на хромосомах 3A, 4A, 5B, 6D и 7A. В панели 5 585 селекционных линий CIMMYT концентрация Zn составляла 27–74,5 мг/кг.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., Zn, биофортификация, GWAS, QTL, ZIP, YSL, NAM-B1, молекулярная селекция.

KIRISH

Genetik biofortifikatsiya mikroelementlarga boy navlarni yaratish orqali Zn miqdorini tashqi o'g'itga to'liq bog'lamasdan oshirish imkonini beradi. Bug'doy donida Zn to'planishi ko'p genli belgi bo'lib, genotip, muhit va genotip×muhit o'zaro ta'siri bilan boshqariladi. Shu sababli yuqori-Zn don xususiyatini hosildorlik va moslashuvchanlik bilan birga seleksiya qilish muhimdir [1,2].

MATERIALLAR VA USULLAR

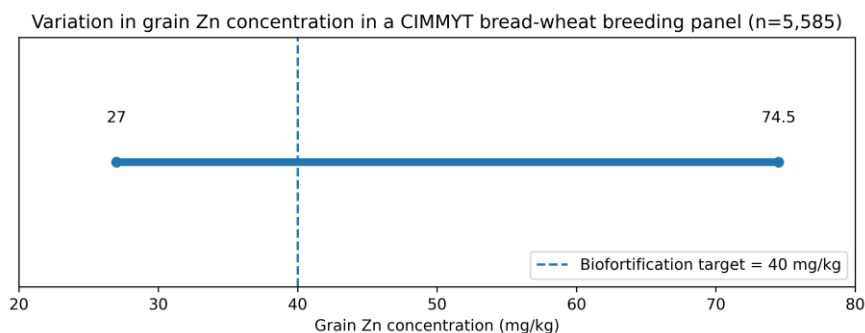
Maqola zamonaviy molekulyar genetika va seleksiya tadqiqotlarining qiyosiy tahliliga asoslandi. GWAS, QTL xaritalash, transport oqsillari va don Zn yuklanishiga oid Scopus bazasida indekslanadigan xalqaro jurnallardagi tadqiqotlar tahlil qilindi. Asosiy mezonlar: namuna hajmi, don Zn diapazoni, barqaror QTL soni, kandidat genlar va Zn transport mexanizmlari.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

2023-yilgi GWASda 382 ta bread wheat accession uch muhitda baholanib, don Zn konsentratsiyasi bilan bog'liq 9 ta barqaror QTL 3A, 4A, 5B, 6D va 7A xromosomalarda aniqlangan. 6D xromosomadagi TraesCS6D01G234600 kandidat geni uch muhitda Zn bilan sezilarli bog'liqlik ko'rsatgan [3]. Yana bir keng ko'lamli tadqiqotda CIMMYTning 5 585 ta seleksiya liniyasida don Zn miqdori 27–74,5 mg/kg oralig'ida bo'lgan va ko'plab marker-belgi assotsiatsiyalari aniqlangan [4].

Bug‘doyda Zn biofortifikatsiyasiga aloqador asosiy genetik va molekulyar omillar [3,5,6].

Genetik/molekulyar omil	Asosiy vazifasi	Biofortifikatsiyadagi ahamiyati
ZIP tashuvchilari	Zn ni hujayraga olib kirish va to‘qimalararo tashish	Ildizdan yuqori organlarga Zn oqimini kuchaytirish
YSL tashuvchilari	Metal–kelat komplekslarini tashish	Floema orqali don tomon Zn ko‘chishini qo‘llab-quvvatlash
NAM-B1/GPC1	Qarish va remobilizatsiyani boshqarish	Barglardan don tomon Zn qayta taqsimlanishini oshirish
QTL/GWAS markerlari	Yuqori-Zn allellarni aniqlash	Markerga asoslangan va genomik seleksiyani tezlashtirish



1-rasm. CIMMYT bread wheat seleksiya panelida (n=5 585) don Zn konsentratsiyasining kuzatilgan diapazoni. Ma'lumot [4] asosida qayta tuzildi.

Zn ning don tarkibiga kirishi faqat ildizdagi so‘rilish bilan cheklanmaydi. Zn ksilema va floema oqimlari orqali vegetativ organlardan don tomon tashiladi; donning asosiy anatomik to‘siqlaridan biri uning bazal tomir tizimi hududidir. ZIP va YSL oilalari Zn ning hujayra membranalarini orqali o‘tishi hamda don to‘qimalariga yuklanishida markaziy rol o‘ynaydi [5]. NAM-B1 transkripsion faktori barg qarishini va mineral moddalar remobilizatsiyasini tezlashtiradi; ushbu gen funksiyasining pasaytirilishi don Zn miqdorini kamaytirishi ko‘rsatilgan [6]. Shu bilan birga, Zn ning aleuron qatlamida fitat bilan bog‘lanishi uning endospermga o‘tishini va inson uchun bioo‘zlashtirilishini cheklashi mumkin [5]. Demak, seleksiya faqat umumiy Zn miqdoriga emas, uning don ichidagi taqsimlanishi va so‘rilishiga ham yo‘naltirilishi kerak.

XULOSA

Bug‘doyda Zn biofortifikatsiyasi uchun katta genetik xilma-xillik mavjud. GWAS va QTL natijalari yuqori-Zn allellarni marker yordamida aniqlash va seleksiyaga tez kiritish imkonini beradi. Eng istiqbolli strategiya yuqori don Zn konsentratsiyasini ZIP/YSL tashish samaradorligi, kuchli vegetativ-to-don remobilizatsiyasi va pastroq fitat ta‘siri bilan birlashtirishdir. Genetik va agronomik

biofortifikatsiyani integratsiyalash 40 mg/kg va undan yuqori don Zn darajasiga barqaror erishish ehtimolini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Velu G., Ortiz-Monasterio I., Cakmak I., Hao Y., Singh R.P. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. *Journal of Cereal Science*. 2014;59(3):365–372. doi:10.1016/j.jcs.2013.09.001.
- [2] Kamaral C. et al. Genetic biofortification of wheat with zinc: Opportunities to fine-tune zinc uptake, transport and grain loading. *Physiologia Plantarum*. 2022;174(1):e13612. doi:10.1111/ppl.13612.
- [3] Ma J. et al. Genome-wide association study for grain zinc concentration in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1169858. doi:10.3389/fpls.2023.1169858.
- [4] Juliana P., Govindan V., Crespo-Herrera L., Mondal S., Huerta-Espino J., Shrestha S., Poland J., Singh R.P. Genome-Wide Association Mapping Identifies Key Genomic Regions for Grain Zinc and Iron Biofortification in Bread Wheat. *Frontiers in Plant Science*. 2022;13:903819. doi:10.3389/fpls.2022.903819.
- [5] Xia H. et al. Elucidating the source–sink relationships of zinc biofortification in wheat grains: A review. *Food and Energy Security*. 2020;9:e243. doi:10.1002/fes3.243.
- [6] Formulation of zinc foliar sprays for wheat grain biofortification: a review of current applications and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1247600. doi:10.3389/fpls.2023.1247600.
- [7] Gupta O.P. et al. Critical assessment of wheat biofortification for iron and zinc. *Frontiers in Nutrition*. 2024;10:1310020. doi:10.3389/fnut.2023.1310020.

GEOGRAFIYA DARSLARIDA SUN'IY INTELLEKT TOMONIDAN YARATILGAN XARITALARDAN FOYDALANISHNING AFZALLIK VA KAMCHILIKLARI TAHLILI

Hazratova Hilola Normurodovna

Kasbi tuman 16-DMTT maktab, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: hilolahazratova325@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada geografiya fanini o'qitishda sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida yaratilgan xaritalardan foydalanishning didaktik imkoniyatlari, afzalliklari va mavjud cheklovlari tahlil qilinadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi sun'iy intellekt asosida generatsiya qilingan xaritalarning geografik bilimlarni o'zlashtirish, fazoviy tafakkurni rivojlantirish va dars jarayonini individuallashtirishdagi ahamiyatini aniqlashdan iborat. Tadqiqotda ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, kuzatish va umumlashtirish metodlaridan foydalanildi. Tahlil natijalari sun'iy intellekt yordamida turli mavzular bo'yicha vizual materiallarni tezkor yaratish, xaritalarni o'quvchilarning yosh va bilim darajasiga moslashtirish, murakkab geografik jarayonlarni vizuallashtirish hamda interfaol topshiriqlarni tashkil etish imkoniyati mavjudligini ko'rsatdi. Shu bilan birga, sun'iy intellekt tomonidan yaratilgan xaritalarda geografik obyektlarning noto'g'ri joylashtirilishi, nomlarning xato berilishi, masshtab va proyeksiyaning buzilishi, eskirgan yoki

ishonchsiz ma'lumotlardan foydalanish kabi muammolar yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun bunday xaritalardan foydalanishda pedagogik va kartografik ekspertiza, manbalarni tekshirish hamda o'qituvchining nazorati muhim hisoblanadi. Tadqiqot natijalari sun'iy intellekt xaritalarini an'anaviy kartografik manbalarni to'ldiruvchi vosita sifatida qo'llash maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, geografiya ta'limi, xarita, raqamli texnologiya, kartografiya, fazoviy tafakkur, vizuallashtirish, ta'lim texnologiyalari.

Annotation. This article analyzes the didactic opportunities, advantages, and limitations of using maps generated by artificial intelligence in geography education. The main purpose of the study is to identify the potential of AI-generated maps for improving students' understanding of geographical knowledge, developing spatial thinking, and individualizing the learning process. The research employed methods of analysis, comparison, observation, and generalization of scientific and pedagogical literature. The analysis demonstrates that artificial intelligence can facilitate the rapid creation of visual materials for various geographical topics, adapt maps to students' age and educational level, visualize complex geographical processes, and support interactive learning activities. At the same time, AI-generated maps may contain geographical inaccuracies, incorrect placement of objects, spelling errors in geographical names, distortions of scale or projection, and outdated or unreliable information. Therefore, pedagogical and cartographic verification, source evaluation, and teacher supervision are essential when using such materials in the classroom. The study emphasizes that AI-generated maps should not completely replace traditional maps and authoritative cartographic resources. Instead, they can be effectively used as supplementary educational tools when their content is critically evaluated. The integration of artificial intelligence with geographical education can contribute to visual literacy, digital competence, independent learning, and students' ability to critically analyze spatial information.

Keywords: artificial intelligence, geography education, map, digital technology, cartography, spatial thinking, visualization, educational technology.

Аннотация. В статье рассматриваются дидактические возможности, преимущества и недостатки использования карт, созданных с помощью искусственного интеллекта, на уроках географии. Основной целью исследования является определение роли карт, генерируемых искусственным интеллектом, в усвоении географических знаний, развитии пространственного мышления и индивидуализации учебного процесса. В исследовании применялись методы анализа научно-педагогической литературы, сравнения, наблюдения и обобщения. Результаты анализа показывают, что искусственный интеллект позволяет быстро создавать визуальные материалы по различным географическим темам, адаптировать содержание карт к возрастным и образовательным особенностям учащихся, наглядно представлять сложные географические процессы и организовывать интерактивные задания. Вместе с тем карты, созданные искусственным интеллектом, могут содержать ошибки в расположении географических объектов, написании названий, определении масштаба и выборе картографической проекции. Кроме того, существует риск использования устаревшей или недостоверной информации. В связи с этим необходимы обязательная проверка содержания, использование надежных источников и педагогический контроль. Искусственно созданные карты целесообразно рассматривать не как замену

традиционным картографическим материалам, а как дополнительный цифровой инструмент. Их грамотное использование способствует развитию пространственного мышления, цифровой грамотности, критического анализа и самостоятельной учебной деятельности учащихся.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, географическое образование, карта, цифровые технологии, картография, пространственное мышление, визуализация, образовательные технологии.*

KIRISH

Zamonaviy ta'lim jarayonida raqamli texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarning bilim olish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ayniqsa, geografiya fanida vizual materiallar, xaritalar, diagrammalar va interaktiv modellar muhim didaktik vosita hisoblanadi. Geografik obyektlar va jarayonlarning katta qismi bevosita kuzatish imkoniyatidan tashqarida bo'lganligi sababli ularni xarita va boshqa vizual vositalar orqali tasvirlash zarur.

Sun'iy intellektning jadal rivojlanishi natijasida matnli topshiriq asosida turli xil vizual materiallar, jumladan, xaritalarga o'xshash tasvirlarni yaratish imkoniyati paydo bo'ldi. Bunday texnologiyalar o'qituvchiga muayyan mavzu uchun qisqa vaqt ichida individual o'quv materialini tayyorlash imkonini beradi.

Geografiya darslarida sun'iy intellekt tomonidan yaratilgan xaritalardan foydalanish o'quvchilarning fazoviy tasavvurini rivojlantirish, geografik obyektlar o'rtasidagi bog'liqliklarni tushuntirish va murakkab jarayonlarni vizual ko'rsatish uchun qo'shimcha imkoniyat yaratadi. Biroq sun'iy intellekt yaratgan har qanday xaritani avtomatik ravishda ilmiy jihatdan to'g'ri deb qabul qilish mumkin emas. Mazkur tadqiqotning dolzarbligi ham aynan shundan iboratki, o'qituvchi sun'iy intellekt yaratgan xaritalarning imkoniyatlari bilan bir qatorda ularning aniqligi va ishonchliligini baholash ko'nikmasiga ham ega bo'lishi kerak.

METODLAR VA USULLAR

Tadqiqot nazariy va tahliliy xarakterga ega bo'lib, unda geografiya ta'limi, raqamli pedagogika, sun'iy intellekt va kartografiyaga oid ilmiy-metodik manbalarni o'rganish asosiy metod sifatida qo'llanildi. Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi:

Nazariy tahlil — sun'iy intellektning ta'limdagi imkoniyatlari va geografik vizualizatsiyadagi o'rnini aniqlash. Qiyosiy tahlil — an'anaviy xaritalar va sun'iy intellekt yordamida yaratilgan vizual xaritalarning didaktik xususiyatlarini taqqoslash. Pedagogik kuzatish — o'quvchilarning AI asosida tayyorlangan vizual materiallardan foydalanish jarayonidagi faolligi, qiziqishi va topshiriqlarni bajarish xususiyatlarini tahlil qilish. Kontent tahlili — AI tomonidan yaratilgan xaritalarda geografik obyektlar, nomlar, ranglar, belgilar va fazoviy munosabatlarning berilishini o'rganish. Tahlil jarayonida xaritalar quyidagi mezonlar asosida baholandi: geografik aniqlik; ma'lumotlarning dolzarbligi; kartografik mantiq; vizual tushunarlilik; o'quvchilarning yoshiga moslik; mavzuga muvofiqlik; foydalanish qulayligi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tahlil natijalari sun'iy intellekt tomonidan yaratilgan xaritalarning geografiya ta'limida bir qator muhim afzalliklarga ega ekanligini ko'rsatdi.

Tezkor vizual material yaratish. O‘qituvchi muayyan mavzu bo‘yicha kerakli vizual materialni qisqa vaqt ichida yaratishi mumkin. Masalan, iqlim mintaqalari, tabiiy zonalar, aholi joylashuvi yoki transport yo‘nalishlarini tushuntirish uchun maxsus o‘quv tasviri tayyorlash imkoniyati mavjud.

O‘quvchilarning yoshiga moslashtirish. Sun‘iy intellekt yordamida xaritaning murakkablik darajasini o‘quvchilarning tayyorgarligiga moslashtirish mumkin. Boshlang‘ich bosqichlarda soddalashtirilgan xaritalardan, yuqori sinflarda esa ko‘proq ma‘lumotga ega vizual materiallardan foydalanish mumkin.

Murakkab jarayonlarni vizuallashtirish. Geografiyada ayrim jarayonlarni oddiy statik xaritada tushuntirish qiyin. Masalan: migratsiya oqimlari; iqlim o‘zgarishi; urbanizatsiya; tabiiy ofatlar tarqalishi; iqtisodiy hududlarning shakllanishi. AI asosidagi vizual materiallar bunday jarayonlarni o‘quvchi uchun tushunarliroq shaklda taqdim etishga yordam berishi mumkin. Individual va ijodiy topshiriqlar. O‘qituvchi o‘quvchilarga “ma‘lum hududning turizm xartasini yaratish”, “iqlim xususiyatlarini xaritada ifodalash” yoki “kelajakdagi shahar modelini xaritada tasvirlash” kabi ijodiy topshiriqlar berishi mumkin.

Bu jarayonda o‘quvchilar nafaqat geografik bilimlarini, balki raqamli va ijodiy kompetensiyalarini ham rivojlantiradilar.

Sun‘iy intellekt xaritalarining kamchiliklari. Shu bilan birga, AI tomonidan yaratilgan xaritalardan foydalanishda jiddiy cheklovlar mavjud.

Eng muhim muammolardan biri — geografik aniqlik masalasidir. Generativ sun‘iy intellekt tasvirni vizual jihatdan ishonarli ko‘rinishda yaratishi mumkin, biroq undagi geografik obyektlarning haqiqiy joylashuvi yoki o‘zaro masofasi to‘g‘ri bo‘lmashligi ehtimoldan xoli emas.

Masalan, xaritada davlat chegaralari, daryo yo‘nalishlari, tog‘ tizmalari yoki shaharlarning joylashuvi noto‘g‘ri berilishi mumkin. Shu sababli AI yaratgan xaritani darsda foydalanishdan oldin o‘qituvchi uni ishonchli geografik manbalar bilan taqqoslashi kerak.

Afzalliklar	Kamchiliklar
Tezkor yaratiladi	Geografik xatolar bo‘lishi mumkin
Vizual jihatdan qiziqarli	Masshtab noto‘g‘ri berilishi mumkin
Mavzuga moslashtiriladi	Geografik nomlar xato yozilishi mumkin
Individual topshiriqlar yaratish mumkin	Ma‘lumot manbasi noma‘lum bo‘lishi mumkin
Murakkab jarayonlarni tasvirlashga yordam beradi	Kartografik proyeksiya buzilishi mumkin
O‘quvchilar qiziqishini oshirishi mumkin	O‘quvchi noto‘g‘ri ma‘lumotni o‘zlashtirishi ehtimoli mavjud

Sun‘iy intellekt tomonidan yaratilgan xaritalarning geografiya darslaridagi samaradorligi texnologiyaning o‘zidan ko‘ra, undan qanday pedagogik maqsadda foydalanishga ko‘proq bog‘liq. Xaritani shunchaki namoyish etish o‘quvchining geografik tafakkurini avtomatik ravishda rivojlantirmaydi. Muhim jihat — xarita asosida o‘quvchini fikrlashga undaydigan savollar va

topshiriqlarni tashkil etishdir. Masalan, o'qituvchi quyidagi topshiriqlarni berishi mumkin: "Xaritadagi ma'lumotlar qaysi geografik manbalar bilan tasdiqlanishi mumkin?" "Xaritada qaysi obyekt noto'g'ri ko'rsatilgan?" "AI yaratgan xaritani atlas bilan taqqoslang."

"Xaritadagi ma'lumotlarning ishonchliligini qanday tekshirgan bo'lardingiz?" "Xaritani ilmiy jihatdan to'g'rilash uchun nimalarni o'zgartirish kerak?" Bunday yondashuv o'quvchilarda geografik va raqamli savodxonlik bilan bir qatorda tanqidiy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Shuningdek, AI xaritalaridan foydalanish o'qituvchining rolini ham o'zgartiradi. Pedagog endilikda faqat tayyor xaritani namoyish etuvchi emas, balki o'quvchini ma'lumotni tekshirish, taqqoslash va tahlil qilishga yo'naltiruvchi mutaxassis sifatida namoyon bo'ladi.

Bunda eng maqbul yondashuv — sun'iy intellekt yaratgan xaritalarni ishonchli atlaslar, GIS ma'lumotlari va rasmiy kartografik manbalarni almashtiruvchi vosita emas, balki qo'shimcha didaktik resurs sifatida qo'llashdir.

XULOSA

Geografiya darslarida sun'iy intellekt tomonidan yaratilgan xaritalardan foydalanish ta'lim jarayonini vizuallashtirish, o'quvchilarning qiziqishini oshirish, fazoviy tafakkurini rivojlantirish va individual topshiriqlarni tashkil etish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

Shu bilan birga, AI xaritalarining ilmiy aniqligi doimo kafolatlanmaydi. Geografik obyektlarning noto'g'ri joylashuvi, geografik nomlarning xato yozilishi, masshtab va proyeksiyaning buzilishi, ma'lumotlarning eskirganligi yoki manbaning noaniqligi ta'lim jarayonida noto'g'ri bilim shakllanishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun geografiya o'qituvchisi quyidagi tamoyillarga amal qilishi maqsadga muvofiq:

AI yaratgan xaritani tekshirmasdan darsda foydalanmaslik. Xarita ma'lumotlarini ishonchli kartografik manbalar bilan solishtirish. O'quvchilarga AI tomonidan yaratilgan materialning xatolarga ega bo'lishi mumkinligini tushuntirish. Xaritalardan tayyor bilim manbai sifatida emas, balki tahlil va muhokama vositasi sifatida foydalanish. O'quvchilarni xaritadagi ma'lumotlarni mustaqil tekshirishga o'rgatish. An'anaviy atlas, globus, GIS va raqamli xaritalar bilan birgalikda foydalanish.

Umuman olganda, sun'iy intellekt geografiya ta'limida xarita yaratish va undan foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi. Biroq uning samaradorligi pedagogik maqsadga muvofiqlik, geografik aniqlik va o'qituvchi nazorati bilan chambarchas bog'liq. AI texnologiyalaridan tanqidiy va mas'uliyatli foydalanish geografiya darslarining mazmunini boyitish hamda o'quvchilarning zamonaviy raqamli kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] UNESCO. *Guidance for Generative AI in Education and Research*. UNESCO, 2023.

[2] UNESCO. *Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers*. UNESCO, 2021.

[3] National Research Council. *Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K–12 Curriculum*. National Academies Press, 2006.

[4] Goodchild, M. F. "Geographical Information Science and Systems." *International Encyclopedia of Geography*. Wiley.

[5] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. *Geographic Information Science and Systems*. Wiley.

[6] Batty, M. *The New Science of Cities*. MIT Press.

[7] Mayer, R. E. *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.

[8] Hazratova H.N. Provision of some mineral substances to primary school students // *Universum: химия и биология* Научный журнал Издается ежемесячно с ноября 2013 года Является печатной версией сетевого журнала *Universum: химия и биология*. 6(120) Июнь, 2024, Част 2 Москва 2024, 64-67 стр.

SOG‘LOM OVQATLANISH VA KASALLIKLARNING PROFILAKTIKASI

Jamolova Odina Abduraxmon qizi

Toshkent davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya. *Mazkur maqolada sog‘lom ovqatlanishning inson salomatligini saqlash, hayot sifatini yaxshilash va turli kasalliklarning oldini olishdagi o‘rni ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Zamonaviy tibbiyot va profilaktik yo‘nalishdagi tadqiqotlarda ovqatlanish omili yurak-qon tomir kasalliklari, arterial gipertoniya, semirish, 2-tur qandli diabet va ayrim onkologik kasalliklar bilan bog‘liq xavf omillaridan biri sifatida qaraladi. Maqolada muvozanatli ovqatlanishning asosiy tamoyillari, ratsion tarkibida oqsil, yog‘, uglevod, vitamin, mineral moddalar va oziq tolalarining biologik ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, ortiqcha tuz, erkin shakar, to‘yingan va trans-yog‘larni iste‘mol qilishning organizmga salbiy ta‘siri hamda ularni cheklashning profilaktik ahamiyati tahlil qilinadi. Sog‘lom ovqatlanish jismoniy faollik, yetarli suv iste‘moli, tana vaznini nazorat qilish va zararli odatlardan voz kechish bilan birgalikda olib borilgandagina barqaror profilaktik samara berishi ta‘kidlanadi. Maqolada individual, oilaviy va jamoaviy darajada sog‘lom ovqatlanish madaniyatini shakllantirish kasalliklarning birlamchi profilaktikasining muhim yo‘nalishi sifatida asoslanadi.*

Kalit so‘zlar: *sog‘lom ovqatlanish, ratsional ovqatlanish, profilaktika, kasalliklarning oldini olish, oziq moddalari, ovqatlanish madaniyati, yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet, semirish, arterial gipertoniya, jismoniy faollik.*

Аннотация. *В статье научно-теоретически рассматривается значение здорового питания в сохранении здоровья человека, повышении качества жизни и профилактике различных заболеваний. Современные медицинские исследования рассматривают характер питания как один из факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, артериальной гипертензии, ожирения, сахарного диабета 2-го типа и ряда онкологических заболеваний. В работе раскрываются основные принципы рационального питания, а также биологическое значение белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон в составе ежедневного рациона. Особое внимание уделяется отрицательному воздействию избыточного потребления соли, свободных сахаров, насыщенных и трансжиров и профилактическому значению их ограничения. Обосновывается необходимость комплексного подхода, предусматривающего сочетание здорового питания с регулярной физической активностью, достаточным потреблением воды, контролем массы тела и отказом от вредных привычек. Подчеркивается, что формирование культуры здорового питания на индивидуальном, семейном и общественном уровнях является одним из важных направлений первичной профилактики заболеваний.*

Ключевые слова: здоровое питание, рациональное питание, профилактика, предупреждение заболеваний, питательные вещества, культура питания, сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, ожирение, артериальная гипертензия, физическая активность.

Abstract. This article examines the role of healthy nutrition in maintaining human health, improving quality of life, and preventing various diseases from a scientific and theoretical perspective. Contemporary medical research identifies dietary patterns as an important modifiable risk factor associated with cardiovascular diseases, hypertension, obesity, type 2 diabetes, and certain types of cancer. The article discusses the major principles of a balanced diet and explains the biological significance of proteins, fats, carbohydrates, vitamins, minerals, and dietary fibre in the daily diet. Particular attention is paid to the adverse health effects of excessive consumption of salt, free sugars, saturated fats, and industrial trans fats, as well as to the preventive importance of reducing their intake. The study emphasizes that healthy nutrition should be combined with regular physical activity, adequate water consumption, body-weight management, and avoidance of harmful habits in order to achieve sustainable preventive effects. The formation of healthy eating habits at individual, family, and community levels is considered an important component of primary disease prevention.

Keywords: healthy nutrition, balanced diet, disease prevention, nutrients, dietary habits, nutrition culture, cardiovascular diseases, diabetes, obesity, hypertension, physical activity.

KIRISH

Inson salomatligi ko‘plab biologik, ijtimoiy, ekologik va xulq-atvor omillarining o‘zaro ta’siri natijasida shakllanadigan murakkab tizim hisoblanadi. Mazkur omillar orasida ovqatlanish alohida ahamiyatga ega bo‘lib, organizmning energiya bilan ta’minlanishi, hujayra va to‘qimalarning yangilanishi, immun himoya mexanizmlarining faoliyati hamda fiziologik jarayonlarning me’yorida kechishida muhim biologik asos vazifasini bajaradi. Shu sababli ovqatlanish masalasi nafaqat dietologiya, balki zamonaviy profilaktik tibbiyotning ham muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biridir. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti sog‘lom ovqatlanishni inson hayotining barcha bosqichlarida salomatlik, normal o‘shish va rivojlanishning muhim asosi sifatida baholaydi. Tashkilot ma’lumotlariga ko‘ra, ratsionning yetarliligi, muvozanatliligi, me’yoriyligi va xilma-xilligi sog‘lom ovqatlanishning fundamental tamoyillarini tashkil etadi.

Bugungi kunda noto‘g‘ri ovqatlanish bilan bog‘liq muammolar faqat oziq moddalari yetishmovchiligi bilan cheklanmaydi. Ratsionning haddan tashqari kaloriyaliligi, qayta ishlangan oziq-ovqat mahsulotlarining ko‘p iste’mol qilinishi, tuz va erkin shakar miqdorining ortishi, sabzavot va mevalarning yetarli darajada iste’mol qilinmasligi metabolik buzilishlarning rivojlanishiga sharoit yaratishi mumkin. JSST nosog‘lom ovqatlanishni yuqumli bo‘lmagan kasalliklarning muhim xulq-atvor xavf omillaridan biri sifatida qayd etadi. Shu nuqtayi nazardan, sog‘lom ovqatlanishni kasallik yuzaga kelgandan keyingi davolash vositasi sifatida emas, balki kasalliklarning shakllanish xavfini kamaytirishga qaratilgan birlamchi profilaktika mexanizmi sifatida o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan muhimdir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Sogʻlom ovqatlanish tushunchasi maʼlum bir mahsulotni alohida “foydali” yoki “zararli” deb baholashdan koʻra, insonning umumiy ovqatlanish modeli bilan bogʻliq. Ratsionning biologik qiymati undagi alohida mahsulotlar sonidan tashqari, oziq moddalarning oʻzaro nisbati, isteʼmol miqdori, ovqatlanish muntazamligi va insonning individual fiziologik ehtiyojlariga muvofiqligi bilan belgilanadi. JSST sogʻlom ratsionni toʻrtta asosiy tamoyil — yetarlilik, muvozanatlilik, meʼyoriylik va xilma-xillik asosida tavsiflaydi. Yaʼni ratsion organizmning energiya va oziq moddalarga boʻlgan ehtiyojini qoplashi, energiya kirimi va sarfi oʻrtasida muvozanatni taʼminlashi, salomatlikka salbiy taʼsir koʻrsatishi mumkin boʻlgan komponentlarni cheklashi hamda turli oziq guruhlarini qamrab olishi lozim.

Sogʻlom ovqatlanishning muhim xususiyati shundan iboratki, u barcha insonlar uchun mutlaqo bir xil menyuni nazarda tutmaydi. Yosh, jins, jismoniy faollik darajasi, fiziologik holat, iqlim, madaniy anʼanalar va mavjud oziq-ovqat mahsulotlari ratsionning individual shakllanishiga taʼsir qiladi. Shu bois profilaktik ovqatlanish umumiy ilmiy tamoyillarga asoslangan holda individual ehtiyojlarga moslashtirilishi kerak.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Oziq-ovqat tarkibidagi oqsillar organizmning strukturaviy va funksional faoliyatida muhim oʻrin tutadi. Ular mushak toʻqimalari, fermentlar, ayrim gormonlar va immun tizimi komponentlarining shakllanishida ishtirok etadi. Ratsiondagi oqsil manbalarini xilma-xil shakllantirish, jumladan, dukkaklilar, tuxum, baliq, sut mahsulotlari va meʼyorida goʻsht mahsulotlaridan foydalanish biologik jihatdan muhimdir.

Yogʻlar esa organizm uchun konsentrlangan energiya manbai boʻlishi bilan birga, hujayra membranalarini tuzilishi va yogʻda eruvchi vitaminlarning oʻzlashtirilishida qatnashadi. Biroq yogʻning turi va miqdori alohida ahamiyatga ega. Toʻyinmagan yogʻlarni afzal koʻrish, toʻyingan yogʻlarni cheklash hamda sanoat trans-yogʻlaridan imkon qadar voz kechish sogʻlom ratsionning muhim tarkibiy qismidir. JSST sogʻlom ovqatlanish doirasida toʻyingan va trans-yogʻlarni cheklashni tavsiya qiladi.

Uglevodlar organizmning asosiy energiya manbalaridan biri hisoblanadi. Biroq uglevodlarning biologik qiymati ularning qaysi mahsulotlardan olinishi bilan chambarchas bogʻliq. Toʻliq don mahsulotlari, sabzavotlar, mevalar va dukkaklilar tarkibidagi murakkab uglevodlar oziq tolalari bilan birgalikda ratsionning sifatini yaxshilaydi. Aksincha, erkin shakarlarning yuqori miqdorda isteʼmol qilinishi ratsionning energiya zichligini oshirishi mumkin.

Meva va sabzavotlar vitaminlar, minerallar, biologik faol birikmalar va oziq tolalarining muhim manbalaridan hisoblanadi. Ularning ratsionda yetarli boʻlishi ovqatlanish xilma-xilligini oshiradi hamda organizmning mikroelementlarga boʻlgan ehtiyojini qondirishga xizmat qiladi.

JSST 10 yoshdan katta shaxslar uchun kuniga kamida 400 gramm meva va sabzavot isteʼmol qilishni tavsiya etadi. Shuningdek, tabiiy oziq manbalaridan olinadigan oziq tolalarining kunlik miqdori kamida 25 gramm boʻlishi tavsiya etiladi. Oziq tolalari ichak faoliyatining meʼyorida kechishida muhim rol oʻynaydi. Ular toʻqlik hissining shakllanishiga yordam berib, ratsionning umumiy sifatini oshiradi. Shu sababli sabzavot, meva, dukkakli va toʻliq don mahsulotlarini muntazam isteʼmol qilish sogʻlom ovqatlanish modelining muhim elementi hisoblanadi.

Ovqatlanish profilaktikasida natriy va erkin shakar miqdorini nazorat qilish alohida ahamiyatga ega. Tuzning ortiqcha iste'moli arterial qon bosimining oshishi bilan bog'liq bo'lib, yuqori qon bosimi esa yurak-qon tomir kasalliklari xavfini oshiruvchi muhim omillardan biridir. JSST kattalar uchun kunlik tuz iste'molini 5 grammdan kam darajada saqlashni tavsiya qiladi. Tuzning asosiy qismi faqat ovqatga qo'shiladigan osh tuzidan emas, balki qayta ishlangan oziq-ovqat mahsulotlaridan ham olinishi mumkin.

Erkin shakarlarning haddan tashqari iste'moli ham ratsionning energiya qiymatini oshirib, ortiqcha vazn shakllanishiga sharoit yaratishi mumkin. JSST erkin shakarlarni umumiy energiya iste'molining 10 foizidan kam darajada saqlashni tavsiya qiladi; yanada past daraja qo'shimcha sog'liq foydasini berishi mumkin. Mazkur tavsiyalar shakar va tuzni butunlay iste'moldan chiqarishni emas, balki ularning ratsiondagi miqdorini ilmiy asoslangan chegaralarda nazorat qilishni nazarda tutadi.

Yurak-qon tomir kasalliklari zamonaviy sog'liqni saqlash tizimining eng muhim muammolaridan biri hisoblanadi. Ularning shakllanishida yosh va irsiy moyillik bilan bir qatorda, o'zgartirish mumkin bo'lgan xavf omillari ham mavjud. Nosog'lom ovqatlanish, jismoniy faollikning yetishmasligi, tamaki iste'moli va alkogoldan zararli foydalanish shunday omillar qatoriga kiradi. JSST ma'lumotlarida yurak-qon tomir kasalliklari, saraton, surunkali respirator kasalliklar va diabet asosiy yuqumli bo'lmagan kasalliklar guruhini tashkil qilishi qayd etilgan. Ovqatlanish nuqtayi nazaridan yurak-qon tomir profilaktikasida bir nechta yo'nalish muhimdir. Birinchidan, ortiqcha tuz iste'molini kamaytirish orqali arterial bosimni nazorat qilishga ko'maklashish mumkin. Ikkinchidan, to'yingan va trans-yog'larni cheklab, to'yinmagan yog' manbalarini tanlash ratsion sifatini yaxshilaydi. Uchinchidan, meva, sabzavot, dukkaklilar va to'liq don mahsulotlarining yetarli bo'lishi ratsionning oziqaviy qiymatini oshiradi. Shunday qilib, yurak-qon tomir kasalliklari profilaktikasida ovqatlanish alohida izolyatsiyalangan omil emas, balki jismoniy faollik va boshqa sog'lom turmush tarzi komponentlari bilan birgalikda ko'rib chiqilishi kerak.

2-tur qandli diabetning rivojlanishida ortiqcha tana vazni, jismoniy faollikning pastligi va ovqatlanish bilan bog'liq metabolik omillar muhim ahamiyatga ega. Shu sababli sog'lom ovqatlanish diabet profilaktikasining xulq-atvor komponentlaridan biri sifatida qaraladi.

Ratsionning ortiqcha energiyaga ega bo'lishi va yuqori darajada qayta ishlangan mahsulotlarning ko'p iste'mol qilinishi metabolik salomatlikka salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunday vaziyatda oziq-ovqatning nafaqat kaloriya miqdori, balki uning tarkibidagi tolalar, yog'lar, shakar va boshqa komponentlarning nisbati ham muhim. Profilaktik yondashuvda butun don mahsulotlari, sabzavotlar, dukkaklilar va mevalarga asoslangan xilma-xil ratsionni shakllantirish, shakar miqdori yuqori ichimliklarni cheklash, porsiya hajmiga e'tibor berish va muntazam jismoniy faollikni yo'lga qo'yish muhim hisoblanadi. JSST nosog'lom ovqatlanish va yetarli bo'lmagan jismoniy faollikni qon glyukozasi, qon lipidlari, tana vazni va arterial bosim kabi metabolik xavf omillari bilan bog'laydi.

Semirish ko'p omilli holat bo'lib, uning shakllanishida energiya iste'moli va sarfi o'rtasidagi uzoq muddatli nomutanosiblik, jismoniy faollik darajasi, uyqu, psixologik va ijtimoiy omillar ham ishtirok etadi. Shuning uchun semirishning oldini olish faqat "kam ovqatlanish" tamoyiliga asoslanmasligi kerak.

Profilaktik nuqtayi nazardan oziq-ovqatning energiya zichligi, porsiya hajmi, ovqatlanish chastotasi va mahsulotlarning oziqaviy qiymati birgalikda baholanishi maqsadga muvofiq. Sabzavotlar, mevalar, dukkaklilar va to'liq don mahsulotlariga boy ratsion to'qlik hissini

shakllantirishga yordam beruvchi oziq tolalari bilan ta'minlaydi. Bunda sog'lom ovqatlanishning maqsadi qisqa muddatli keskin parhez emas, balki uzoq muddat davom ettirish mumkin bo'lgan barqaror ovqatlanish odatlarini shakllantirishdan iborat bo'lishi kerak.

Ovqatlanish va jismoniy faollik inson salomatligiga ta'sir etuvchi bir-birini to'ldiruvchi omillardir. Faqat ratsionni o'zgartirish yoki faqat jismoniy faollikni oshirish bilan cheklanish profilaktik yondashuvning imkoniyatlarini toraytiradi. JSST muntazam jismoniy faollik yurak-qon tomir kasalliklari, gipertoniya, insult, diabet va ayrim saraton turlarining oldini olish hamda ularni boshqarishda ijobiy ahamiyatga ega ekanini qayd etadi. Shu bois sog'lom turmush tarzining kompleks modeli quyidagi o'zaro bog'liq komponentlardan tashkil topishi mumkin: muvozanatli ovqatlanish + muntazam jismoniy faollik + tana vaznini nazorat qilish + yetarli uyqu + zararli odatlarni cheklash + muntazam tibbiy nazorat. Bunday kompleks yondashuv profilaktikaning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Sog'lom ovqatlanish inson salomatligini saqlash va kasalliklarning oldini olishning muhim modifikatsiya qilinadigan omillaridan biridir. Ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, ratsionning yetarliligi, muvozanatliligi, xilma-xilligi va me'yoriyligi organizmning fiziologik ehtiyojlarini qondirish bilan birga, yuqumli bo'lmagan kasalliklar xavfini kamaytirishga qaratilgan profilaktik strategiyalarning tarkibiy qismi hisoblanadi.

Kasalliklarning samarali profilaktikasi esa faqat ovqatlanishni o'zgartirish bilan chegaralanmaydi. Ratsional ovqatlanish muntazam jismoniy faollik, tana vaznini nazorat qilish, yetarli uyqu, tamaki mahsulotlaridan voz kechish va alkogoldan zararli foydalanishni cheklash kabi sog'lom turmush tarzi omillari bilan uyg'unlashishi kerak.

Shuningdek, sog'lom ovqatlanish madaniyatini shakllantirish uzoq muddatli va tizimli jarayon bo'lib, unda tibbiyot xodimlari, ta'lim muassasalari, oila va jamoatchilikning hamkorligi muhimdir. Sog'lom ratsionning iqtisodiy va madaniy jihatdan maqbulligi ham uning amaliy samaradorligini belgilovchi omillardan hisoblanadi.

Umuman olganda, sog'lom ovqatlanish kasalliklarni davolashning muqobili emas, balki ularning yuzaga kelish xavfini kamaytirishga xizmat qiluvchi birlamchi profilaktikaning muhim komponenti sifatida qaralishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] World Health Organization. Healthy Diet. Geneva: WHO. — 2026.
- [2] World Health Organization. Noncommunicable Diseases. Geneva: WHO, 2025.
- [3] World Health Organization. Physical Activity. Geneva: WHO, 2024.
- [4] World Health Organization. Healthy Diet: Fact Sheet. Geneva: World Health Organization.
- [5] World Health Organization. Healthy Diet. Health Topics. Geneva: WHO.
- [6] World Health Organization; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sustainable Healthy Diets: Guiding Principles. Rome: FAO; Geneva: WHO, 2019. ISBN 978-92-4-151664-8.
- [7] World Health Organization. Preventing Chronic Noncommunicable Diseases: The Role of Diet and Physical Activity. Geneva: WHO.
- [8] World Health Organization. Salt Reduction. Geneva: WHO.
- [9] World Health Organization. Obesity and Overweight. Geneva: WHO.

[11] FAO; WHO. Sustainable Healthy Diets: Guiding Principles. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019.

BOSHLANG'ICH TA'LIMDA TABIIY FANLARNI O'QITISHDA TIMSS XALQARO DASTURI TALABLARI ASOSIDA MUAMMOLI TA'LIM TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH

Yo'ldoshev Farhodjon Baxtiyor o'g'li

Jizzax davlat pedagogika universiteti

e-mail: farhod0912x@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola boshlang'ich ta'limda tabiiy fanlarni o'qitish sifatini xalqaro TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) dasturi me'zonlari darajasiga ko'tarishning zamonaviy yechimlariga bag'ishlangan. Tadqiqotning maqsadi muammoli ta'lim (Problem-Based Learning) texnologiyalarini qo'llash orqali 4-sinf o'quvchilarining TIMSS baholash doirasidagi asosiy kognitiv yo'nalishlari – "Bilish", "Qo'llash" va "Mantiqiy fikrlash" ko'nikmalarini rivojlantirish samaradorligini aniqlashdan iborat. Tadqiqot usullari sifatida pedagogik eksperiment, TIMSS uslubidagi moslashtirilgan test topshiriqlari, kuzatuv va so'rovnoma usullari qo'llanildi. Tajriba davomida eksperimental guruhda tabiiy hodisalarga oid muammoli vaziyatlar (masalan, "Nima uchun ba'zi jismlar suvda suzadi, ba'zilari cho'kadi?") asosida qurilgan dars ishlanmalari joriy etildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, muammoli ta'lim yondashuvi o'quvchilarning "Mantiqiy fikrlash" domenidagi natijalarini nazorat guruhiga nisbatan 32 foizga oshirdi. Shuningdek, o'quvchilarda mustaqil xulosa chiqarish va ilmiy dalillarga asoslanib fikr yuritish ko'nikmalari sezilarli darajada shakllandi. Xulosada, boshlang'ich ta'lim o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida TIMSS freymvorki va muammoli ta'lim metodikasini uyg'unlashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: boshlang'ich ta'lim, tabiiy fanlar, TIMSS, muammoli ta'lim, ilmiy savodxonlik, mantiqiy fikrlash.

Аннотация. Данная статья посвящена современным решениям повышения качества преподавания естественных наук в начальной школе до уровня международных стандартов программы TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). Цель исследования заключается в определении эффективности применения технологий проблемного обучения (Problem-Based Learning) для развития основных когнитивных направлений учащихся 4-х классов в рамках оценки TIMSS: «Знание», «Применение» и «Логическое мышление». В качестве методов исследования использовались педагогический эксперимент, адаптированные тестовые задания в стиле TIMSS, наблюдение и анкетирование. В ходе эксперимента в экспериментальной группе были внедрены уроки, построенные на основе проблемных ситуаций, связанных с природными явлениями (например, «Почему одни тела плавают в воде, а другие тонут?»). Результаты показали, что подход проблемного обучения повысил результаты учащихся в домене «Логическое мышление» на 32% по сравнению с контрольной группой. Кроме того, у учащихся значительно сформировались навыки самостоятельного вывода заключений и аргументации на основе научных данных. В выводах

даные практические рекомендации по гармонизации фреймворка TIMSS и методологии проблемного обучения в системе подготовки учителей начальных классов.

Ключевые слова: начальное образование, естественные науки, TIMSS, проблемное обучение, научная грамотность, логическое мышление.

Abstract. This article is dedicated to modern solutions for improving the quality of teaching natural sciences in primary education to the level of the international TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) program standards. The purpose of the research is to determine the effectiveness of using Problem-Based Learning (PBL) technologies in developing the core cognitive domains of 4th-grade students within the TIMSS assessment framework: "Knowing", "Applying", and "Reasoning". Research methods included a pedagogical experiment, TIMSS-style adapted test items, observation, and surveying. During the experiment, lesson plans based on problem-based situations related to natural phenomena (e.g., "Why do some objects float in water while others sink?") were implemented in the experimental group. The results demonstrated that the problem-based learning approach increased students' performance in the "Reasoning" domain by 32% compared to the control group. Furthermore, students significantly developed skills in drawing independent conclusions and reasoning based on scientific evidence. The conclusions provide practical recommendations for integrating the TIMSS framework and PBL methodology into the primary teacher training system.

Keywords: primary education, natural sciences, TIMSS, problem-based learning, scientific literacy, reasoning.

KIRISH

O'zbekiston Respublikasining ta'lim tizimini xalqaro standartlar darajasiga ko'tarish strategiyasi doirasida TIMSS (Xalqaro matematika va tabiiy fanlarni o'rganish tendensiyalari) dasturida ishtirok etish va natijalarni yaxshilash muhim davlat vazifalaridan biridir. TIMSS baholash tizimi tabiiy fanlar bo'yicha o'quvchilarning bilimlarini uchta asosiy kognitiv domenda baholaydi: "Bilish" (faktlar va tushunchalarni eslab qolish), "Qo'llash" (bilimlarni oddiy vaziyatlarda ishlatish) va "Mantiqiy fikrlash" (murakkab, noaniq vaziyatlarda tahlil qilish, gipoteza tuzish va xulosa chiqarish).

Afsuski, an'anaviy ta'lim amaliyotida darslar ko'pincha faqat "Bilish" domeniga qaratilgan bo'lib, o'quvchilarga tayyor qoidalar yodlatiladi. Bu esa TIMSSning yuqori darajadagi "Mantiqiy fikrlash" talablariga javob bera olmaydi. Ushbu ziddiyatni hal qilishning eng samarali yo'li – dars jarayoniga muammoli ta'lim (Problem-Based Learning) texnologiyalarini joriy etishdir. Muammoli ta'lim o'quvchini tayyor bilim iste'molchisidan haqiqiy kashfiyotchi va tadqiqotchiga aylantiradi, bu esa TIMSS me'zonlaridagi "Qo'llash" va "Mantiqiy fikrlash" ko'nikmalarini bevosita shakllantiradi. Ushbu maqolada ushbu yondashuvning amaliy samaradorligi o'rganilgan.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot 2025-2026 o'quv yilida Qarshi va Toshkent shaharlaridagi 4 ta umumta'lim maktabining 4-sinf o'quvchilari (jami 160 nafar) ishtirokida o'tkazildi. Ishtirokchilar tasodifiy tanlash usuli bilan Eksperimental guruh (EG, 80 nafar) va Nazorat guruhi (NG, 80 nafar) ga ajratildi.

Tadqiqotda quyidagi usullar qo'llanildi:

1. **Pedagogik eksperiment:** NG'da an'anaviy, asosan tushuntirish va ko'rgazmalilikka asoslangan darslar o'tilgan bo'lsa, EG'da TIMSS uslubidagi muammoli vaziyatlar joriy etildi. Masalan, "O'simliklarning o'sishi" mavzusida o'quvchilarga tayyor qoida aytilmasdan, turli sharoitda (yorug'lik, suv) o'sgan o'simliklar rasmlari berildi va "Qaysi omil o'sishga kuchliroq ta'sir qildi va nima uchun?" degan muammoli savol qo'yildi.

2. **Diagnostik baholash:** TIMSS xalqaro dasturining ochiq manbali "Released Items" (e'lon qilingan topshiriqlar) bazasidan boshlang'ich sinf darajasiga moslashtirilgan test va ochiq turdagi savollar ishlatildi.

3. **Sifatli tahlil:** Dars jarayonidagi kuzatuvlar va o'quvchilarning yozma xulosalarini tahlil qilish (rubrikalar asosida) o'tkazildi.

Hisob-kitoblar va murakkab formulalarsiz, natijalar foiz ko'rsatkichlari va TIMSS baholash shkalasi (Past, O'rta, Yuqori, Ilg'or) bo'yicha taqqoslash orqali tahlil qilindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tajriba natijalari muammoli ta'lim texnologiyasining TIMSS talablariga mos ravishda o'quvchilarning ilmiy savodxonligini oshirishdagi yuqori samaradorligini ko'rsatdi.

1-jadval. O'quvchilarning TIMSS uslubidagi topshiriqlarni bajarish natijalari dinamikasi (foizlarda)

Kognitiv domen	Guruh	Boshlang'ich ko'rsatkich	Yakuniy ko'rsatkich	O'sish farqi
Bilish	NG	72%	78%	+6%
Bilish	EG	71%	80%	+9%
Qo'llash	NG	55%	60%	+5%
Qo'llash	EG	54%	81%	+27%
Mantiqiy fikrlash	NG	42%	46%	+4%
Mantiqiy fikrlash	EG	41%	73%	+32%

NATIJA VA MUHOKAMA

1-jadval ma'lumotlari shuni yaqqol ko'rsatadiki, nazorat guruhida o'quvchilar asosan "Bilish" domenida kichik o'sishga erishdilar, chunki ular faktlarni yodlashga odatlangan. Aksincha, eksperimental guruhda "Qo'llash" va ayniqsa, "Mantiqiy fikrlash" domenlarida keskin o'sish (+27% va +32%) kuzatildi. Buning mantiqiy sababi shundaki, muammoli ta'lim darsida o'quvchi javobni o'qituvchidan kutmaydi, balki berilgan ma'lumotlarni tahlil qilish, taqqoslash va o'z fikrini dalillar bilan asoslashga majbur bo'ladi. Masalan, "Suvda suzuvchi va cho'kuvchi jismlar" muammosini yechish jarayonida o'quvchilar nafaqat zichlik tushunchasini o'zlashtirdilar, balki yangi, notanish

obyektlar uchun ham bashorat qilish (gipoteza tuzish) ko'nikmasini hosil qildilar. Bu aynan TIMSS baholash tizimining eng yuqori ball talab qiladigan "Reasoning" (Mantiqiy fikrlash) qismiga to'g'ri keladi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, boshlang'ich ta'limda tabiiy fanlarni o'qitishda muammoli ta'lim texnologiyalarini qo'llash o'quvchilarning TIMSS xalqaro dasturi me'zonlari, xususan, "Qo'llash" va "Mantiqiy fikrlash" kognitiv domenlaridagi natijalarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ushbu yondashuv o'quvchilarni passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantirib, ularning haqiqiy ilmiy savodxonligini shakllantiradi.

Kelgusidagi pedagogik amaliyot uchun tavsiya: Boshlang'ich ta'lim yo'nalishi talabalarini tayyorlash jarayonida (xususan, 80 daqiqalik amaliy seminar darslarida) ularga TIMSS ochiq bazasidagi topshiriqlar asosida muammoli dars ishlanmalarini mustaqil ishlab chiqish ko'nikmasini shakllantirish maqsadga muvofiqdir. Bu kelajak o'qituvchilarini xalqaro baholash talablariga tayyorlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Rahmatov, R. Boshlang'ich ta'limda tabiiy fanlarni o'qitish metodikasi: zamonaviy yondashuvlar. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2025. — 230 b.

[2] Karimova, N. TIMSS xalqaro dasturi talablari va boshlang'ich sinf tabiiy fanlari darslarida muammoli vaziyatlardan foydalanish // Xalqaro pedagogika jurnali. — 2026. — Jild. 18, № 2. — B. 45–55.

[3] Mullis, I.V.S., Martin, M.O. TIMSS 2023 Assessment Frameworks. — Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, 2022. — 150 p.

[4] O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Tabiatshunoslik fani o'quv dasturi (1-4-sinflar). — Toshkent, 2024. — 60 b.

[5] Hmelo-Silver, C.E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? // Educational Psychology Review. — 2024. — Vol. 16, № 3. — P. 235–266.

[6] Xalqaro baholash dasturlari (PISA, TIMSS, PIRLS) bo'yicha metodik qo'llanma. — Toshkent: DTM nashriyoti, 2025. — 112 b.

MAKKAJO'XORI (*ZEa MAYs L.*) NAVLARINING TUPROQ SHO'RLANISHIGA CHIDAMLILIGINING FIZIOLOGIK ASOSLARI

Anorboyeva Shaxzoda Sadriddin qizi^{1,2}

¹Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Samarqand kampusi Samarqand, O'zbekiston

²Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

mustaqil tadqiqotchisi

e-mail: anorboyevashaxzoda94@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada makkajo'xori (*Zea mays L.*) o'simligining tuproq sho'rlanishi sharoitida yuzaga keladigan fiziologik, biokimyoviy va anatomik o'zgarishlari hamda sho'r muhitga moslashish mexanizmlari tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy maqsadi sho'rlanish stressining

makkajo'xorining o'sishi va rivojlanishi, suv balansi, osmoregulyatsiyasi hamda fotosintetik faoliyatiga ta'sirini aniqlashdan iborat. Tadqiqot jarayonida vegetatsion va laboratoriya tajribalaridan foydalanilib, sho'r muhit ta'sirida hujayralardagi osmotik bosimning o'zgarishi, erkin prolin va eruvchan qandlarning to'planishi, ionlar muvozanati hamda oksidlovchi stress jarayonlari o'rganilgan. Shuningdek, o'simlikning antioksidant himoya tizimida ishtirok etuvchi fermentlar faolligi va fotosintetik ko'rsatkichlarning o'zgarishiga alohida e'tibor qaratilgan. Tadqiqot natijalari makkajo'xorining sho'rangan tuproqlarga moslashishida osmoregulyatsiya, ion homeostazi va antioksidant himoya mexanizmlari muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Aniqlangan fiziologik va biokimyoviy ko'rsatkichlardan sho'rga chidamli navlarni tanlash va seleksiya jarayonida samarali mezon sifatida foydalanish mumkin. Olingan xulosalar sho'rangan yerlarda makkajo'xori yetishtirish samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi ilmiy-amaliy yondashuvlarni takomillashtirish uchun muhim asos bo'lib xizmat qiladi. Shuningdek, mazkur yondashuvlar o'simliklarning stressga javob reaksiyalarini baholash va seleksiya ishlarida istiqbolli genotiplarni aniqlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: makkajo'xori, sho'rlanish, osmoregulyatsiya, prolin, fotosintez.

***Аннотация.** В статье анализируются физиологические, биохимические и анатомические изменения кукурузы (*Zea mays* L.) в условиях засоления почвы, а также механизмы адаптации растения к солевому стрессу. Основной целью исследования является определение влияния засоления на рост и развитие кукурузы, водный баланс, осморегуляцию и фотосинтетическую активность растений. В ходе исследования использовались вегетационные и лабораторные методы, позволившие изучить изменения осмотического давления в клетках, накопление свободного пролина и растворимых сахаров, состояние ионного баланса и процессы окислительного стресса при воздействии солей. Особое внимание уделено активности антиоксидантных ферментов и изменениям фотосинтетических показателей. Полученные результаты показывают, что осморегуляция, поддержание ионного гомеостаза и функционирование антиоксидантной системы играют важную роль в адаптации кукурузы к засоленным почвам. Выявленные физиологические и биохимические показатели могут использоваться в качестве эффективных критериев при отборе и селекции солеустойчивых сортов кукурузы. Результаты исследования также создают научную основу для совершенствования агротехнических и физиологических методов повышения устойчивости растений к солевому стрессу и обеспечения стабильного роста культуры в неблагоприятных почвенных условиях.*

Ключевые слова: кукуруза, засоление, осморегуляция, пролин, фотосинтез.

Abstract. This article analyzes the physiological, biochemical, and anatomical changes occurring in maize (*Zea mays* L.) under soil salinity conditions and examines the mechanisms of plant adaptation to salt stress. The main purpose of the study is to determine the effects of salinity on maize growth and development, water balance, osmoregulation, and photosynthetic activity. Vegetation and laboratory experimental methods were used to study changes in cellular osmotic pressure, accumulation of free proline and soluble sugars, ion balance, and oxidative stress processes under saline conditions. Particular attention was paid to the activity of antioxidant enzymes and changes

in photosynthetic parameters. The results demonstrate that osmoregulation, maintenance of ion homeostasis, and antioxidant defense play an important role in the adaptation of maize to saline soils. The identified physiological and biochemical indicators can be used as effective criteria for selecting and breeding salt-tolerant maize varieties. The findings also provide a scientific basis for improving agronomic and physiological approaches aimed at increasing plant resistance to salinity stress and maintaining stable crop growth under unfavorable soil conditions. These results may contribute to the development of effective strategies for cultivating maize in saline areas and evaluating promising genotypes with enhanced stress tolerance.

Keywords: maize, salinity, osmoregulation, proline, photosynthesis.

KIRISH

Bugungi kunda qishloq xo'jaligi ekinlarini yetishtirish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatayotgan ekologik omillar orasida tuproq sho'rlanishi alohida o'rin tutadi. Iqlim sharoitining o'zgarishi, sug'oriladigan dehqonchilikning kengayishi, suv resurslaridan oqilona foydalanmaslik hamda sizot suvlarining yuqoriligi natijasida ayrim hududlarda tuproq tarkibida eruvchan tuzlarning to'planishi kuchaymoqda. Sho'rlangan tuproqlarda ekinlarning suv va mineral oziqa moddalarini o'zlashtirishi qiyinlashib, ularning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligi pasayadi.

Makkajo'xori (*Zea mays* L.) oziq-ovqat, chorvachilik va qayta ishlash sanoati uchun muhim bo'lgan qishloq xo'jaligi ekinlaridan biridir. Ushbu ekinning yuqori hosildorligi uning o'sish davrida yetarli miqdorda suv va mineral oziqa elementlari bilan ta'minlanishiga bog'liq. Tuproq sho'rlanganda esa o'simlik ildizlari uchun suvning o'zlashtirilishi cheklanadi va hujayralarda fiziologik jarayonlarning normal kechishi buziladi. Sho'rlanishning o'simlikka ta'siri, avvalo, osmotik stressning yuzaga kelishi bilan boshlanadi. Tuproq eritmasida tuz konsentratsiyasi ortishi natijasida uning suv potentsiali pasayadi va ildizlarning suvni o'zlashtirishi qiyinlashadi. Keyingi bosqichda natriy (Na^+) va xlor (Cl^-) ionlarining o'simlik to'qimalarida ortiqcha to'planishi ion toksikligini yuzaga keltirishi mumkin. Natijada hujayra membranalari, fotosintetik apparat va fermentativ jarayonlarning faoliyati izdan chiqadi.

O'simliklarning sho'rlanishga chidamliligi bir xil darajada namoyon bo'lmaydi. Turli nav va liniyalar tuz stressiga turlicha javob reaksiyasini ko'rsatadi. Ayrim genotiplar suv rejimini nisbatan barqaror saqlash, ortiqcha ionlarning barglarga transportini cheklash, osmotik faol moddalarni to'plash va antioksidant himoya tizimini faollashtirish orqali stress sharoitiga moslasha oladi. Shu sababli makkajo'xori navlarining sho'rlanishga chidamliligini baholashda faqat tashqi morfologik belgilar emas, balki fiziologik va biokimyoviy ko'rsatkichlarni ham hisobga olish muhimdir.

O'simlikning tuz stressiga javobida suv almashinuvi, hujayra turgori, osmotik moslashuv, fotosintez jarayoni, membrana barqarorligi va antioksidant tizimning holati muhim fiziologik belgilar hisoblanadi. Ayniqsa, barglarning suv bilan ta'minlanish darajasi va hujayralarning suvni ushlab turish qobiliyati o'simlikning sho'rlanishga moslashuv imkoniyatini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Makkajo'xorining sho'rga chidamli navlarini aniqlash seleksiya ishlarida, sho'rlangan yerlardan samarali foydalanishda va ekin yetishtirish texnologiyasini takomillashtirishda muhim amaliy ahamiyatga ega. Shu nuqtayi nazardan, turli makkajo'xori navlarining sho'rlanish sharoitida fiziologik reaksiyalarini qiyosiy o'rganish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi turli darajadagi tuproq shoʻrlanishi sharoitida makkajoʻxori navlarining oʻsishi, suv rejimi, osmotik moslashuvi, fotosintez jarayoni va hujayra membranalari barqarorligida yuzaga keladigan oʻzgarishlarni aniqlash hamda nisbatan chidamli navlarni fiziologik koʻrsatkichlar asosida baholashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotlar 2024–2025-yillarda laboratoriya va vegetatsion tajriba sharoitida olib borildi. Tadqiqot materiali sifatida makkajoʻxori (*Zea mays* L.)ning turli nav va liniyalari urugʻlaridan foydalanildi. Tajriba jarayonida oʻsimliklarning dastlabki rivojlanish bosqichlaridan boshlab shoʻrlanish taʼsiriga javob reaksiyalari kuzatildi. Tuproq shoʻrlanishining oʻsimlik fiziologik holatiga taʼsirini aniqlash maqsadida vegetatsion idishlarda sunʼiy shoʻrlanish sharoiti yaratildi. Buning uchun tuproqqa natriy xlorid (NaCl) tuzining 0,2%, 0,4% va 0,6% konsentratsiyalari kiritildi. Shoʻrlantirilmagan tuproqdagi oʻsimliklar nazorat varianti sifatida olindi. Tajriba davomida barcha variantlarda oʻsimliklarni yetishtirish sharoitlari bir xil darajada saqlashga harakat qilindi.

Makkajoʻxori navlarining shoʻrlanishga chidamliligini baholash uchun bir nechta fiziologik koʻrsatkichlar oʻrganildi.

Birinchi navbatda, **oʻsimliklarning oʻsish dinamikasi** aniqlandi. Poya balandligi, barg sathi va ildiz tizimining quruq massasi har 14 kunda oʻlchandi. Olingan natijalar nazorat va turli shoʻrlanish darajasidagi variantlar oʻrtasida taqqoslandi.

Ikkinchi yoʻnalishda **oʻsimliklarning suv rejimi** oʻrganildi. Barglardagi umumiy suv miqdori, suvni saqlash qobiliyati va osmotik potensial koʻrsatkichlari aniqlandi. Oʻsimlikning suv holatini baholashda umumiy suv potentsiali quyidagi tenglama orqali ifodalandi:

Uchinchi yoʻnalishda **osmotik moslashuv mexanizmlari** baholandi. Shoʻrlanish sharoitida hujayralarda toʻplanadigan erkin prolin miqdori aniqlandi. Prolin miqdorini aniqlashda Bates va hammualliflar tomonidan taklif etilgan kolorimetrik usuldan foydalanildi. Ushbu koʻrsatkich makkajoʻxori navlarining osmotik stressga javob reaksiyasini baholash uchun ishlatildi.

Toʻrtinchi yoʻnalishda **fotosintez jarayonining holati** oʻrganildi. Barglarda gaz almashinuvi portativ gaz analizatori yordamida aniqlanib, (CO₂) almashinuvi asosida fotosintez intensivligining oʻzgarishi baholandi. Shoʻrlanishning barg stomatalari faoliyatiga taʼsiri ham ushbu koʻrsatkichlar asosida tahlil qilindi.

Olingan barcha koʻrsatkichlar nazorat varianti bilan taqqoslanib, turli navlarning fiziologik reaksiyalari qiyosiy tahlil qilindi. Kompleks baholash orqali shoʻrlanish sharoitida fiziologik barqarorlikni nisbatan yaxshi saqlagan nav va liniyalarni aniqlashga eʼtibor qaratildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tajriba davomida olingan natijalar makkajoʻxori navlarining tuproq shoʻrlanishiga javob reaksiyasi genotip xususiyatlariga va tuz konsentratsiyasiga bogʻliq ravishda farqlanishini koʻrsatdi. NaCl miqdorining oshishi bilan barcha variantlarda oʻsimliklarning oʻsish surʼatida maʼlum darajada pasayish kuzatildi, biroq ushbu oʻzgarishlarning kuchi navlar kesimida bir xil boʻlmadi. Nazorat variantiga nisbatan 0,2% NaCl taʼsirida oʻsish jarayonidagi oʻzgarishlar nisbatan kam darajada namoyon boʻldi. Tuz konsentratsiyasining 0,4% va 0,6% gacha oshirilishi esa poya balandligi, barg

sathi va ildiz tizimining quruq massasida yaqqolroq pasayishlarni yuzaga keltirdi. Ayrim navlarda poya balandligining nazoratga nisbatan **30–45% gacha kamayishi** kuzatildi.

O'sishning bunday susayishi, avvalo, ildizlarning suvni o'zlashtirish imkoniyati pasayishi bilan bog'liq. Tuproq eritmasida tuz konsentratsiyasi ortishi o'simlik uchun suvning fiziologik jihatdan mavjudligini kamaytiradi. Natijada hujayralarning turgor holati o'zgarib, bo'linish va cho'zilish jarayonlari sekinlashadi. Shu sababli sho'rlanishning dastlabki fiziologik belgilaridan biri o'sish sur'atining pasayishi hisoblanadi. Navlar o'rtasidagi farqlar, ayniqsa, yuqori sho'rlanish variantlarida aniqroq namoyon bo'ldi. Nisbatan chidamli navlarda poya va barglarning rivojlanishi nazoratga yaqinroq saqlangan bo'lsa, sezgir navlarda barglarning kichrayishi va umumiy vegetativ o'sishning keskin susayishi kuzatildi. Suv rejimi ko'rsatkichlarini tahlil qilish sho'rlanish ta'sirida o'simlikning suv bilan ta'minlanishi yomonlashishini ko'rsatdi. NaCl konsentratsiyasi oshgani sari barglardagi umumiy suv miqdori kamaydi. Bunday sharoitda o'simlik suv yo'qotilishini kamaytirish va hujayra turgorini saqlab qolish uchun moslashuv mexanizmlarini faollashtiradi.

Olingan natijalarni umumlashtirish shuni ko'rsatadiki, makkajo'xori navlarining sho'rlanishga chidamliligi birgina belgiga emas, balki bir nechta fiziologik mexanizmlarning o'zaro uyg'un faoliyatiga bog'liq. Jumladan, suvni saqlash qobiliyati, osmotik moslashuv, prolin to'planishi, fotosintezning saqlanishi, hujayra membranalari barqarorligi va antioksidant himoya tizimining faoliyati navning stressga chidamliligini shakllantiruvchi asosiy omillar hisoblanadi. Shu jihatdan makkajo'xori navlarini sho'rlanishga chidamliligi bo'yicha baholashda kompleks fiziologik yondashuvdan foydalanish maqsadga muvofiq. Faqat poya balandligi yoki barg holatini baholash orqali chidamli navni aniq ajratish qiyin. Bir vaqtning o'zida bir nechta fiziologik va biokimyoviy ko'rsatkichlarni tahlil qilish navlarning real moslashuv imkoniyatlarini yaxshiroq ochib beradi.

Tadqiqot natijalari nisbatan chidamli navlarda sho'rlanish sharoitida suv rejimini saqlash, membrana yaxlitligini qo'llab-quvvatlash va antioksidant himoyani faollashtirish mexanizmlari samaraliroq kechishini ko'rsatdi. Mazkur xususiyatlardan seleksiya jarayonida sho'rga chidamli boshlang'ich materiallarni tanlashda foydalanish mumkin.

XULOSA

Makkajo'xori (*Zea mays* L.) navlarining tuproq sho'rlanishiga chidamliligi murakkab fiziologik va biokimyoviy mexanizmlar majmuasi bilan belgilanadi. Tadqiqot natijalari NaCl konsentratsiyasining oshishi o'simliklarning o'sish sur'ati, suv rejimi va fotosintez intensivligiga salbiy ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Shunday qilib, makkajo'xori navlarining sho'rlanishga chidamliligini aniqlashda poya balandligi, barg sathi va ildiz massasi bilan bir qatorda barglarning suv holati, prolin miqdori, fotosintez intensivligi, membrana barqarorligi hamda antioksidant fermentlar faolligini kompleks baholash samarali yondashuv hisoblanadi. Olingan natijalar sho'rlangan tuproqlarda makkajo'xori yetishtirish uchun mos navlarni tanlash, seleksiya jarayonida tuz stressiga chidamli genotiplarni ajratish hamda ekinlarning stress sharoitiga moslashuv mexanizmlarini chuqurroq o'rganish uchun ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirzayev, S.Q. Qishloq xo'jaligi ekinlari fiziologiyasi va ekologiyasi. — Toshkent: O'qituvchi, 2021. — 240 b.

2. Tashmatov, A.N., & Rahimov, B.T. Sho'rlangan tuproqlarda dehqonchilik va ekinlarni joylashtirish asoslari // Agroiqtisodiyot jurnali. — 2023. — Jild. 12, № 4. — B. 45–48.
3. Munns, R., & Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance // Annual Review of Plant Biology. — 2008. — Vol. 59. — P. 651–681.
4. Blum, A. Plant breeding for stress environments. — New York: CRC Press, 2018. — 223 p.
5. Xolmatov, B.H. O'simliklarning noqulay muhit omillariga chidamliligi fiziologiyasi. — T.: Fan va texnologiya, 2020. — 180 b.

ANOR (*PUNICA GRANATUM* L.) MEVASI YORILISHINING FENOTIPIK VA ANATOMIK TABIATI

Tolliyeva Xumora Shaxriyor qizi,¹ Shavqiyev Jaloliddin Shamsutdin o'g'li² O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent, O'zbekiston
e-mail: xumora.tolliyeva5@gmail.com
e-mail: jaloliddin.1992@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur tezisdan anor (*Punica granatum* L.) mevasining yorilishiga ta'sir etuvchi fenotipik va anatomik xususiyatlar adabiyotlar asosida tahlil qilingan. Meva po'stining yorilishga chidamliligida kutikula va epidermis hujayralarining tuzilishi, ularning shakli, zichligi va joylashish xususiyatlari, po'stning biomexanik xususiyatlari hamda ichki turgor bosimining ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, meva rivojlanishi davomida epidermis hujayralarida yuz beradigan morfologik o'zgarishlar, po'stning elastikligi va o'sish tezligining yorilishga moyillik bilan bog'liqligi ko'rib chiqilgan. Anor mevasida mineral elementlar tarkibining o'zgarishi hamda arillar massasining ortishi bilan meva yorilishi o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilingan. Tahlillar anor mevasining yorilishi po'stning anatomik tuzilishi, uning mexanik xususiyatlari, mevaning ichki rivojlanishi va tashqi muhit sharoitlarining o'zaro ta'siri bilan bog'liq murakkab jarayon ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Anor (*Punica granatum* L.), meva yorilishi, meva po'sti, epidermis, kutikula, turgor bosimi, arillar, yorilishga chidamlilik, po'st elastikligi.

Аннотация. В настоящих тезисах на основе литературных данных проанализированы фенотипические и анатомические особенности, влияющие на растрескивание плодов граната (*Punica granatum* L.). Рассмотрено значение строения кутикулы и клеток эпидермиса, их формы, плотности и особенностей расположения, биомеханических свойств кожуры плода, а также внутреннего тургорного давления в обеспечении устойчивости кожуры к растрескиванию. Кроме того, рассмотрена взаимосвязь между морфологическими изменениями клеток эпидермиса в процессе развития плода, эластичностью кожуры, скоростью роста и склонностью плодов к растрескиванию. Проанализирована взаимосвязь между изменением содержания минеральных элементов в плодах граната, увеличением массы ариллусов и растрескиванием плодов. Анализ показывает, что растрескивание плодов граната представляет собой сложный процесс, связанный с взаимодействием анатомического строения кожуры, её механических свойств, внутреннего развития плода и условий внешней среды.

Ключевые слова: гранат (*Punica granatum* L.), растрескивание плодов, кожура плода, эпидермис, кутикула, тургорное давление, ариллусы, устойчивость к растрескиванию, эластичность кожуры.

Abstract. This thesis analyzes the phenotypic and anatomical characteristics affecting fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* L.) based on published literature. The importance of the

structure of the cuticle and epidermal cells, their shape, density, and arrangement, as well as the biomechanical properties of the fruit peel and internal turgor pressure in determining peel resistance to cracking is discussed. In addition, the relationship between morphological changes in epidermal cells during fruit development, peel elasticity, growth rate, and susceptibility to cracking is considered. The relationship between changes in the mineral element content of pomegranate fruits, increases in aril mass, and fruit cracking is also analyzed. The analysis indicates that pomegranate fruit cracking is a complex process associated with the interaction of the anatomical structure of the peel, its mechanical properties, internal fruit development, and environmental conditions.

Keywords: pomegranate (*Punica granatum* L.), fruit cracking, fruit peel, epidermis, cuticle, turgor pressure, arils, cracking resistance, peel elasticity.

KIRISH

Anor (*Punica granatum* L.) mevasining **oziqaviy qiymati** yuqori bo'lib, unga, shuningdek, anor sharbatiga bo'lgan iste'mol talabi tobora ortib bormoqda. Meva **butun holda** bozor va eksport uchun realizatsiya qilinganda, uning tashqi ko'rinishi va po'stining sifati muhim ahamiyat kasb etadi. Optimal o'sish sharoitlarida qizil navlarning po'sti **silliq, yaltiroq va bir tekis to'q qizil rangda** bo'ladi. Biroq o'sish sharoitlarining optimal bo'lmasligi meva po'stining rivojlanishi va sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatib, uning meva ichidagi **turgor bosimiga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini pasaytirishi** mumkin. Natijada meva po'stida **russeting (po'st yuzasining qo'ng'irlanishi va dag'allashishi)** hamda **yorilish** kabi fiziologik buzilishlar yuzaga keladi.

Kutikula hamda uni hosil qiluvchi epidermis hujayralari meva po'stining tuzilishi va uning **mexanik mustahkamligini** ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Meva po'stining **biomexanik xususiyatlari** epidermis hujayralarining o'lchami, shakli, soni va to'qima tarkibida joylashish tartibi, shuningdek, hujayra devorlarining kimyoviy tarkibi va o'tkazuvchanligi bilan chambarchas bog'liq. Bundan tashqari, po'st to'qimasining qalinligi hamda meva hujayralaridagi turgor bosimi uning mexanik xususiyatlarini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi. Ushbu anatomik va fiziologik xususiyatlarning o'zaro ta'siri meva po'stining ichki turgor bosimiga qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga va natijada uning yorilishga chidamliligiga ta'sir ko'rsatadi [1].

Meva po'stining biomexanik xususiyatlari epidermis hujayralarining morfologik tuzilishi bilan ham chambarchas bog'liq. Jumladan, pomidor po'stida olib borilgan tadqiqotlarda **yumaloq shakldagi hujayralar** ko'ndalang yo'nalishda cho'zilgan hujayralardan tashkil topgan po'stga nisbatan **uzilish kuchlanishiga yuqoriroq qarshilik** ko'rsatishi aniqlangan. Ushbu natija epidermis hujayralarining shakli va joylashish xususiyatlari meva po'stining mexanik mustahkamligini belgilashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi [2].

Xuddi shuningdek, olmada olib borilgan tadqiqotlar ham epidermis hujayralarining shakli bilan mevaning yorilishga moyilligi o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. **Yorilishga kamroq moyil bo'lgan nav** epidermisida yumaloq shakldagi hujayralar kuzatilgan bo'lsa, boshqa navda epidermis hujayralari **ko'ndalang yo'nalishda cho'zilgan** shaklda bo'lgan. Bu kuzatuvlar epidermis hujayralarining morfologik xususiyatlari meva po'stining mexanik xususiyatlari va yorilishga chidamliligi bilan bog'liq bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi [3].

Shuni ta'kidlash lozimki, epidermis hujayralarining shakli bilan bir qatorda, ularning joylashish zichligi ham meva po'stining mexanik xususiyatlariga ta'sir qilishi mumkin. **Bo'ylama yo'nalishda cho'zilgan epidermis hujayralari va hujayralar zichligining yuqoriligi** hujayralar o'rtasidagi kontakt maydonining ortishi hisobiga po'stning yorilishga chidamliligini oshirishi

mumkin. Demak, epidermis hujayralarining morfologik tuzilishi va zichligi meva po'stining yaxlitligini saqlashda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin [4].

Meva po'stining yorilishga chidamliligini belgilovchi xususiyatlar faqat uning anatomik va biomexanik tuzilishi bilan cheklanmay, mineral tarkibidagi o'zgarishlar bilan ham bog'liq. **Anorda** mevaning o'sishi va rivojlanishi davomida donachalar (**arillar**) hamda po'st tarkibidagi ko'pchilik mineral elementlar, jumladan **K, N, Ca, P, Mg va natriy (Na)** konsentratsiyasining kamayishi qayd etilgan. Ushbu o'zgarishlar meva rivojlanishi davomida po'st tarkibidagi mineral elementlar miqdorining dinamik ravishda o'zgarishini ko'rsatadi [5].

Shu bilan birga, meva po'stining ichki **turgor bosimiga chidamliligi** va yorilishga qarshiligi epidermis hujayralarining tuzilishi hamda atrof-muhit sharoitlari bilan alohida yoki o'zaro ta'sirda belgilanadi. Anorning rivojlanishining dastlabki bosqichlarida meva po'stida **yumaloq va zich joylashgan hujayralarning** mavjudligi yassi shakldagi hamda hujayralararo bo'shliqlari katta bo'lgan yetuk mevalar po'stiga nisbatan **yorilishga yuqoriroq chidamlilikni** ta'minlaydi. Biroq o'sish davrining dastlabki bosqichlaridagi **mo'tadil iqlim sharoiti** elastik po'stga ega bo'lgan mevalarning rivojlanishini qo'llab-quvvatlashi mumkin. Bunday elastik po'st mevaning **yuqori o'sish tezligi**, yiriklashishi va sutkalik maksimal qisqarishining yuqori bo'lishiga imkon beradi. Ushbu omillarning birgalikdagi ta'siri esa anor po'stida turli **fiziologik buzilishlar** yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin. Mazkur holat yuqori o'sish tezligi meva po'stini zaiflashtirib, uning yorilishga moyilligini oshirishi mumkinligini ko'rsatgan avvalgi tadqiqot natijalari bilan ham mos keladi [6].

Anor mevasining yorilishida po'st va arillar o'rtasidagi mexanik munosabat ham muhim ahamiyatga ega bo'lib, tadqiqotlarda **aril bilan qoplangan urug'larning umumiy massasi ortishi meva yorilishining ko'payishi bilan ijobiy bog'liqlik** ko'rsatgani aniqlangan; mualliflar buni arillarning meva po'stiga bosim hosil qiluvchi asosiy ichki manbalardan biri ekanligi bilan izohlaganlar [7].

XULOSA

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, anor (*Punica granatum* L.) mevasining yorilishi murakkab va o'zaro bog'liq fenotipik hamda anatomik jarayonlar majmuasi bilan belgilanadi. Meva po'stining yorilishga chidamliligida kutikula va epidermisning tuzilishi, epidermis hujayralarining shakli, zichligi va joylashish xususiyatlari, po'stning qalinligi hamda uning biomexanik xususiyatlari muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, yumaloq va zich joylashgan epidermis hujayralari po'stning ichki turgor bosimiga chidamliligini oshirishi, hujayralarning yassilashishi va hujayralararo bo'shliqlarning kengayishi esa uning mexanik barqarorligiga ta'sir qilishi mumkin. Shuningdek, mevaning o'sish tezligi, rivojlanish bosqichi va atrof-muhit sharoitlari po'stning elastikligi hamda yorilishga moyilligini shakllantiruvchi muhim omillar hisoblanadi. Anor mevasida arillarning rivojlanishi va massasining ortishi ham po'stga tushadigan ichki mexanik yuklamaning kuchayishi bilan bog'liq bo'lib, bu holat mevaning yorilish jarayonida anatomik tuzilma va ichki mexanik bosimning o'zaro ta'sirini ko'rsatadi. Demak, anor mevasining yorilishi faqat bitta omil ta'sirida emas, balki po'stning anatomik tuzilishi, uning biomexanik xususiyatlari, meva ichki qismlarining rivojlanishi va o'sish jarayonlarining o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladigan murakkab fiziologik-anatomik hodisa sifatida qaraladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Li Z., Yang H., Li P., Liu J., Wang J., Xu Y. Fruit biomechanics based on anatomy: a review // International Agrophysics. – 2013. – Vol. 27. – P. 97–106.

2. Allende A., Desmet M., Vanstreels E., Verlinden B.E., Nicolai B.M. Micromechanical and geometrical properties of tomato skin related to differences in puncture injury susceptibility // *Postharvest Biology and Technology*. – 2004. – Vol. 34. – P. 131–141.
3. Juxia W., Qingliang C., Hongbo L., Yaping L. Experimental research on mechanical properties of apple peels // *Journal of Engineering and Technological Sciences*. – 2015. – Vol. 47. – P. 688–705.
4. Keren-Keiserman A., Tanami Z., Shoseyov O., Ginzberg I. Differing rind characteristics of developing fruits of smooth and netted melons (*Cucumis melo*) // *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. – 2004. – Vol. 79. – P. 107–113.
5. Mirdehghan S.H., Rahemi M. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit // *Scientia Horticulturae*. – 2007. – Vol. 111. – P. 120–127. – DOI: 10.1016/j.scienta.2006.10.001.
6. Khadivi-Khub A. Physiological and genetic factors influencing fruit cracking // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2015. – Vol. 37. – Article 1718. – DOI: 10.1007/s11738-014-1718-2.
7. Abbasi S., Eshghi S., Tafazoli E., Rahmani K. Description of biomechanical forces and physiological parameters of fruit cracking in pomegranate // *Scientia Horticulturae*. – 2014. – Vol. 178. – P. 224–230. – DOI: 10.1016/j.scienta.2014.09.010.

МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК АОРТЫ

Азимова Фарангис Хиббатжановна

Международный медицинский университет «Central Asian Medical University»

Аннотация. Окислительный стресс представляет собой нарушение баланса между образованием активных форм кислорода (АФК) и антиоксидантной защитой клетки. Гладкомышечные клетки (ГМК) аорты обеспечивают тонус сосудов, прочность стенки и состав межклеточного матрикса. Они относятся к клеткам, наиболее чувствительным к окислительному стрессу. В статье рассматриваются источники образования АФК, механизмы их воздействия на ГМК, особенности детского возраста, диагностические биомаркеры и направления профилактики.

Ключевые слова: Окислительный стресс, активные формы кислорода, аорта, гладкомышечные клетки, дети, фенотипическая модуляция, эндотелиальная дисфункция.

ВВЕДЕНИЕ

Функция сердца заключается в ритмичном нагнетании поступающей из вен крови в артерии. Эта функция осуществляется благодаря ритмичному сокращению и расслаблению мышечных волокон, образующих стенки предсердий и желудочков сердца. Сокращение миокарда этих отделов сердца называется систолой, а расслабление, диастолой. В нормальных физиологических условиях систола и диастола предсердий и желудочков определённым образом согласованы между собой и составляют рабочий цикл сердца[2]. Началом каждого цикла считается систола предсердий. Сокращение начинается с той части правого предсердия,

куда впадают полые вены. Затем волна сокращения распространяется на оба предсердия, имеющие общую мускулатуру. При частоте сердечных сокращений 75 в минуту систола предсердий длится 0,1 секунды. После окончания систолы предсердий начинается систола желудочков, а предсердия в это время находятся в состоянии диастолы, длящейся 0,7 секунды. Оба желудочка сокращаются одновременно, и их систола длится около 0,3 секунды. После этого начинается диастола желудочков, которая длится 0,5 секунды. В конце диастолы желудочков, когда до её завершения остаётся 0,1 секунды, наступает новая систола предсердий, и рабочий цикл сердца начинается заново. Синоатриальный узел, управляющий нормальным ритмом сердца, обладает наибольшей способностью к автоматии. Однако способность к автоматии есть и в других отделах сердца. Например, автоматия выявлена и в волокнах, которые по строению близки к волокнам синоатриального узла и расположены в предсердиях в непосредственной близости от этого узла. Способность этих волокон к автоматии выражена слабее, чем у клеток синоатриального узла. Их называют скрытыми (латентными) водителями ритма, поскольку в норме автоматия этих волокон не проявляется, и только при нарушении функции синоатриального узла упомянутые волокна берут эту функцию на себя. Автоматия есть и в атриовентрикулярном узле. Если атриовентрикулярный узел отделить лигатурой от нижележащих отделов проводящей системы, желудочки всё равно продолжают сокращаться. В этом случае водителями ритма становятся волокна Пуркинье правого или левого желудочка, обладающие автоматией[4]. Синоатриальный узел называют центром автоматии первого порядка, а атриовентрикулярный узел центром автоматии второго порядка. Под действием импульсов, приходящих от водителя ритма, синоатриального узла, сердце человека в норме сокращается 70-75 раз в минуту. При атриовентрикулярном ритме сердце сокращается примерно вдвое реже, а когда сердце работает под влиянием автоматии ещё более низко расположенных водителей ритма, частота сокращений желудочков становится ещё меньше. В нормальных физиологических условиях работает только один очаг автоматии, синоатриальный узел. Водители ритма второго и третьего порядка (атриовентрикулярный узел и волокна Пуркинье) «молчат», то есть не проявляют способности к автоматии. Причина в том, что от синоатриального узла к атриовентрикулярному узлу и волокнам Пуркинье поступают импульсы с более высокой частотой, которые подавляют их автоматия. Полулунные клапаны, левосторонний из которых называется аортальным, а правосторонний лёгочным, препятствуют возврату крови из аорты и лёгочной артерии в желудочки. Во время систолы желудочков, когда давление в них выше, чем в артериальной системе, полулунные клапаны открываются. После того как желудочки выбросили кровь в крупные артерии, они расслабляются, и когда давление в них становится ниже, чем в аорте и лёгочной артерии, кровь устремляется в сторону меньшего давления и закрывает полулунные клапаны. Давление крови в полостях сердца и фазы сердечного цикла. Как и во всей сосудистой системе, движение крови в полостях сердца зависит от разности давлений на её пути, поэтому необходимо рассмотреть, как изменяется давление в предсердиях и желудочках во время систолы и диастолы. Давление в полостях сердца, а также в аорте и лёгочной артерии впервые измерили в 1861 году Шово и Марей в опытах на крупных животных. Для этого они через вскрытую на шее яремную вену вводили тонкий металлический канал-зонд, который проводили до поллой вены, а затем в правое предсердие, правый желудочек или лёгочную артерию. Зонд был соединён с прибором, регистрирующим давление. Если требовалось определить изменения давления в левой половине сердца, зонд вводили в левый желудочек

через левую сонную артерию и дугу аорты. В последние годы внутрисердечное давление измеряют и у человека, так как при некоторых заболеваниях сердца для диагностики необходимо измерение давления внутри сердца. Для этого в центральную часть вскрытой плечевой вены вводят тонкий эластичный полый зонд, катетер, и проводят его в полую вену, а затем в правое предсердие, правый желудочек или лёгочную артерию. В аорту или левый желудочек зонд вводят через плечевую артерию. Для измерения давления в полостях сердца и крупных сосудах применяют также пункцию: грудную клетку прокалывают полой иглой, и эту иглу вводят в предсердие, желудочек, аорту или лёгочную артерию. Зонд, заполненный раствором против свёртывания крови и введённый в полость сердца или крупный сосуд, подключают к чувствительному безынерционному электроманометру, и таким путём регистрируют изменения давления[3]. Изменения давления в предсердиях невелики. На пике систолы предсердий давление в них равно 5-8 мм ртутного столба. Во время диастолы предсердий давление в них падает до 0, а затем, начиная с середины систолы желудочков, оно постепенно нарастает по мере того, как кровь, поступающая из вен, начинает заполнять полость предсердия. С окончанием систолы желудочков и открытием атриовентрикулярных клапанов давление в предсердиях снова снижается, поскольку кровь свободно переходит из них в желудочки. За 0,1 секунды до начала систолы желудочков начинается систола предсердий, вследствие чего желудочки несколько дополнительно наполняются кровью. Однако эта добавочная кровь не имеет большого значения, так как большая часть крови, наполняющей желудочек, поступает в него ещё в первом периоде диастолы желудочков. В период изгнания крови из желудочков вслед за изменением давления в соответствующем желудочке меняется и давление в аорте и лёгочной артерии: на пике систолы давление в аорте равно 110-125 мм, а в лёгочной артерии 25-30 мм. После фазы изгнания крови начинается диастола желудочков. Они начинают расслабляться, поэтому давление в аорте становится выше, чем в желудочке, и полулунные клапаны закрываются. Время от начала расслабления желудочков до закрытия полулунных клапанов называется протодиастолическим периодом, он длится 0,04 секунды. Затем в течение некоторого времени, при закрытых атриовентрикулярных и полулунных клапанах, желудочки продолжают расслабляться, пока давление в них не станет ниже давления в предсердиях, к этому моменту заполненных кровью. Этот период диастолы называют фазой изометрического расслабления, или фазой снижения напряжения. Эта фаза длится в среднем 0,08 секунды. После этого открываются створчатые клапаны, и кровь из предсердий переходит в желудочки, начиная их наполнять. Поскольку после расслабления желудочков давление в них падает до 0, кровь сначала поступает в желудочки быстро. По мере наполнения желудочков давление в них немного повышается, в результате чего их наполнение кровью замедляется. В конце диастолы желудочков начинается систола предсердий, длящаяся 0,1 секунды. Во время диастолы желудочков давление в аорте и лёгочной артерии постепенно снижается по мере оттока из них крови, и к концу диастолы давление в аорте составляет 65-75 мм, а в лёгочной артерии 5-10 мм. Поскольку это конечное диастолическое давление выше, чем давление в желудочках, полулунные клапаны остаются закрытыми до тех пор, пока при сокращении желудочков давление в них не превысит давление в крупных артериях.

Движение крови в полостях сердца определяется разностью давлений на её пути, поэтому работа клапанов и фазы сердечного цикла тесно связаны с изменениями давления в предсердиях, желудочках и крупных артериях. Полулунные клапаны (аортальный и лёгочный)

открываются во время систолы, когда давление в желудочках превышает давление в артериях, и закрываются при расслаблении желудочков, не допуская возврата крови из аорты и лёгочной артерии. Давление в предсердиях невелико: на пике их систолы оно составляет 5-8 мм рт. ст., а в диастоле падает до нуля. Систола предсердий лишь незначительно дополняет наполнение желудочков, так как основная часть крови поступает в них в начале диастолы. В период изгнания давление на пике систолы достигает 110-125 мм в аорте и 25-30 мм в лёгочной артерии, а к концу диастолы снижается до 65-75 мм и 5-10 мм соответственно. Диастола желудочков включает протодиастолический период (0,04 с), фазу изометрического расслабления (в среднем 0,08 с) и фазу наполнения, которая сначала идёт быстро, а затем замедляется. Поскольку конечное диастолическое давление в артериях выше, чем в желудочках, полулунные клапаны остаются закрытыми до тех пор, пока при следующей систоле давление в желудочках не превысит давление в крупных артериях. Методы измерения внутрисердечного давления, от опытов Шово и Маррея на животных (1861 г.) до современной катетеризации и пункции, позволяют не только изучать физиологию сердечного цикла, но и диагностировать заболевания сердца.

Список литературы

1. Chauveau J.B.A., Marey E.J. Appareils et expériences cardiographiques: démonstration nouvelle du mécanisme des mouvements du cœur par l'emploi des instruments enregistreurs à indications continues // *Mém. Acad. Méd.* – 1863. – Vol. 26. – P. 268–319.
2. Espinosa R.E., Vlietstra R.E., Mann R.J. J.B.A. Chauveau, E.J. Marey, and their resolution of the apex beat controversy through intracardiac pressure recordings // *Mayo Clin. Proc.* – 1983. – Vol. 58. – P. 197–202.
3. Cournand A. Cardiac catheterization: development of the technique, its contributions to experimental medicine, and its initial applications in man // *Acta Med. Scand. Suppl.* – 1975. – Vol. 579. – P. 3–32.
4. Forssmann W. Die Sondierung des rechten Herzens // *Klin. Wochenschr.* – 1929. – Bd. 8. – S. 2085–2087.
5. Cournand A., Ranges H.A. Catheterization of the right auricle in man // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* – 1941. – Vol. 46. – P. 462–466.
6. Fye W.B. Jean-Baptiste Auguste Chauveau // *Clin. Cardiol.* – 2003. – DOI: 10.1002/clc.4950260712.
7. Hall J.E., Hall M.E. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. – 14th ed. – Philadelphia: Elsevier, 2020.
8. Barrett K.E., Barman S.M., Brooks H.L., Yuan J.X.J. Ganong's Review of Medical Physiology. – 26th ed. – New York: McGraw-Hill, 2019.

HAVODAGI EKOLOGIK DNK ORQALI SHAHAR BIOLOGIK XILMA-XILLIGINI ERTA ANIQLASH VA SUN'IY INTELEKT YORDAMIDA EKOLOGIK XAVFLARNI PROGNOZLASH: O'ZBEKISTON SHAHRLARI MISOLIDA

Qurbonova Sandra Nodir qizi

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti 2-bosqich talabasi

E-mail: nosirqurbonov079@gmail.com

Annotatsiya. Shaharlarning jadal rivojlanishi biologik xilma-xillikni monitoring qilishning tezkor, keng qamrovli va kam invaziv usullariga ehtiyojni kuchaytirmoqda. Ushbu maqolada havodan olinadigan environmental DNA (airborne eDNA) asosida shahar biologik xilma-xilligini erta aniqlash hamda sun'iy intellekt va machine learning yordamida ekologik xavflarni prognozlashning konseptual modeli taklif etiladi. Yondashuv havodagi biologik zarrachalardan DNK ajratish, metabarkodlash va bioinformatik tahlil orqali hayvonlar, o'simliklar va zamburug'lar haqidagi molekulyar signallarni aniqlashga asoslanadi. eDNA ma'lumotlarini PM2.5, PM10, NO₂, O₃, harorat, namlik, shamol, yog'ingarchilik, vegetatsiya va land-use kabi ekologik hamda meteorologik ko'rsatkichlar bilan birlashtirish orqali biologik xilma-xillikdagi o'zgarishlar va ekologik stress signallarini modellashtirish mumkin. Maqola real O'zbekiston airborne-eDNA datasetiga asoslanmaganligi sababli unda statistik natijalar yoki model aniqligi sun'iy ravishda keltirilmaydi. Natijalar kutilayotgan ilmiy natijalar va taklif etilayotgan monitoring modeli sifatida bayon qilinadi. Mazkur konsepsiya Toshkent, Samarqand, Farg'ona vodiysi shaharlari, Buxoro va Qarshi kabi turli urban muhitlarda sinovdan o'tkazilishi mumkin. Taklif etilayotgan tizim ekologik monitoringni avtomatlashtirish, biologik xilma-xillikning erta o'zgarishlarini aniqlash va ekologik xavf xaritalarini shakllantirish uchun istiqbolli ilmiy asos bo'la oladi.

Kalit so'zlar: environmental DNA, airborne eDNA, DNK metabarkodlash, biologik xilma-xillik, shahar ekologiyasi, bioinformatika, sun'iy intellekt, machine learning, ekologik xavf, erta ogohlantirish, ekologik prognozlash, O'zbekiston shaharlari.

Аннотация. Интенсивная урбанизация усиливает потребность в оперативных и масштабируемых методах мониторинга городского биоразнообразия. В статье предлагается концептуальный подход к раннему выявлению изменений городского биоразнообразия на основе environmental DNA, получаемой из воздуха (airborne eDNA), с последующим прогнозированием экологических рисков методами искусственного интеллекта и машинного обучения. Методологическая схема включает сбор аэрозольных биологических частиц, выделение ДНК, ампликонное секвенирование, метабаркодинг и биоинформатическую таксономическую идентификацию. Полученные молекулярные сигналы предлагается объединять с метеорологическими и экологическими переменными, включая PM2.5, PM10, NO₂, O₃, температуру, влажность, скорость и направление ветра, осадки, показатели растительности и землепользования. Такой интегрированный набор данных может использоваться для оценки изменений видового богатства, состава сообществ, появления индикаторных или потенциально инвазивных видов и формирования пространственно-временных индикаторов экологического риска. Поскольку реальный городской набор данных airborne-eDNA для данного исследования не представлен, конкретные значения точности моделей, AUC, p-value и другие статистические показатели не выдумываются. Ожидается, что предлагаемая система может стать основой для

раннего экологического предупреждения в городах Узбекистана. Особое внимание уделяется проблемам загрязнения образцов, переносу ДНК воздушными потоками, деградации ДНК, PCR bias и ограничениям референсных баз данных.

Ключевые слова: environmental DNA, airborne eDNA, ДНК-метабаркодирование, биоразнообразие, городская экология, искусственный интеллект, машинное обучение, экологический риск, раннее предупреждение, биоинформатика, экологическое прогнозирование, города Узбекистана.

Abstract. Rapid urbanization creates a need for biodiversity monitoring approaches that are sensitive, scalable, and capable of providing early ecological signals. This article proposes a conceptual framework for detecting urban biodiversity changes using airborne environmental DNA (airborne eDNA) and forecasting ecological risks through artificial intelligence and machine learning. The proposed workflow combines air sampling, DNA extraction, molecular amplification, metabarcoding, high-throughput sequencing, bioinformatics, and taxonomic assignment. Molecular biodiversity signals can subsequently be integrated with meteorological and environmental variables, including PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, O₃, temperature, humidity, wind speed and direction, precipitation, vegetation indices, land-use characteristics, green-space proportion, and urban density. The integrated dataset may support the estimation of biodiversity indicators, community turnover, potential indicator or invasive species signals, and spatial-temporal ecological risk patterns. Previous studies demonstrate that airborne eDNA can detect terrestrial vertebrate DNA and that routine air-quality networks can capture environmental DNA from multiple taxonomic groups, suggesting potential for large-scale biodiversity surveillance. However, airborne eDNA does not directly represent organism abundance or biomass, and its interpretation is affected by DNA transport, environmental conditions, contamination, PCR bias, and reference-database limitations. Because no real airborne-eDNA dataset from Uzbekistani cities is provided for this study, numerical performance metrics and statistical results are not fabricated. The proposed framework may provide a methodological basis for developing an early ecological warning system adapted to urban environments in Uzbekistan.

Keywords: environmental DNA, airborne eDNA, DNA metabarcoding, biodiversity monitoring, urban ecology, artificial intelligence, machine learning, ecological risk, early warning, bioinformatics, ecological forecasting, Uzbekistan cities.

KIRISH

Urbanizatsiya biologik xilma-xillikni o'rganish uchun murakkab makon yaratadi. Shahar bir xil ekologik muhitdan iborat emas: parklar, yo'l bo'ylari, turar joy massivlari, sanoat hududlari, suv havzalari, xususiylar bog'lar va yarim tabiiy maydonlar bir-biridan keskin farq qilishi mumkin. Shu sababli shahar biodiversitetini baholashda nafaqat mavjud turlarni aniqlash, balki ularning hudud va vaqt bo'yicha o'zgarishini kuzatish muhimdir. An'anaviy biomonitoring usullari - vizual kuzatuvlar, kamera tuzoqlari, zoologik va botanik hisoblar - ekologik tadqiqotlarda muhim o'rin tutadi. Biroq ular katta hududlarni muntazam qamrab olish, kam uchraydigan yoki yashirin hayot kechiradigan organizmlarni aniqlash va ko'plab taksonlarni bir vaqtning o'zida kuzatishda resurs talab qilishi mumkin. Environmental DNA (eDNA) texnologiyasi ushbu muammoni to'ldiruvchi molekulyar vositalardan biri sifatida rivojlanmoqda. eDNA organizmlar atrof-muhitga qoldiradigan hujayralar, teri, tuk, shilliq, najas, gameta va boshqa biologik materiallardan kelib chiqqan DNK izlarini

anglatadi. eDNA metabarkodlash esa bunday genetik materialni qisqa markerlar orqali ko'plab taksonlarni parallel aniqlash imkonini beradi.

Airborne eDNA konsepsiyasi ushbu yondashuvni havodagi biologik zarrachalarga tatbiq etadi. Hayvonlar, o'simliklar, zamburug'lar va boshqa organizmlarga tegishli biologik material atmosferadagi zarrachalar tarkibida bo'lishi mumkin. Lynggaard va hamkorlari tajribasida havoni filtrlash orqali quruqlikdagi umurtqali hayvonlarga tegishli eDNA aniqlangan; tadqiqotda 49 ta umurtqali tur aniqlangan va aniqlanish ehtimoli sampling qurilmasigacha bo'lgan masofa hamda biomassa bilan bog'liqligi kuzatilgan. Airborne eDNA ning muhim afzalligi shundaki, u biologik kuzatuvni bevosita organizmni ko'rish yoki tutishga bog'lab qo'ymaydi. Shu bilan birga, havoda aniqlangan DNK signalini aynan shu nuqtada organizm yashayotgani yoki uning soni ma'lum ekanligi bilan tenglashtirish mumkin emas. DNK shamol orqali ko'chishi, turli masofalardan kelishi yoki namuna olish jarayonida ifloslanishi mumkin.

Shahar sharoitida bunday yondashuv ayniqsa qiziqarli. Pekin shahrida o'tkazilgan urban eDNA tadqiqotida turli suv obyektlaridan foydalanib 126 ta umurtqali takson aniqlangan va eDNA orqali keng hududli urban biodiversitet monitoringi imkoniyati ko'rsatilgan. Biroq ushbu tadqiqot suvdan olingan eDNAga asoslangan bo'lib, uning natijalarini havodagi eDNAga bevosita ko'chirish metodologik jihatdan to'g'ri emas. Yana bir muhim yo'nalish - airborne eDNA ni mavjud havo monitoringi infratuzilmasi bilan birlashtirishdir. Buyuk Britaniyadagi havo sifati monitoring stansiyalaridan olingan materiallarni tahlil qilgan tadqiqotda 180 dan ortiq umurtqali hayvonlar, bo'g'imoyoqlilar, o'simliklar va zamburug'larga tegishli taksonlar aniqlangan. Bu natija mavjud havo monitoring tarmoqlari kelajakda biodiversitet monitoringi uchun qo'shimcha biologik ma'lumot manbai bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

O'zbekiston shaharlari uchun mazkur konsepsiya hali taklif etilayotgan tadqiqot modeli sifatida qaralishi kerak. Toshkent, Samarqand, Farg'ona, Andijon, Namangan, Buxoro yoki Qarshi kabi shaharlarda airborne eDNA monitoringini tashkil qilish nazariy jihatdan turli urban landshaftlarni taqqoslash imkonini beradi. Biroq ushbu maqolada mazkur shaharlarning real biologik xilma-xilligi yoki ekologik holati bo'yicha tekshirilmagan miqdoriy xulosalar berilmaydi. Shu nuqtada ilmiy bo'shliq airborne eDNA, urban biodiversity va sun'iy intellekt asosidagi ecological risk forecasting yo'nalishlarining yagona monitoring tizimiga birlashtirilishida namoyon bo'ladi. 2026-yilda Gandy shahar ekologiyasida eDNA, DNA barcoding, genomika va bioinformatikaning shaharni o'rganish obyekti sifatidagi yondashuvlarni o'zgartirayotganini muhokama qilgan. Mazkur maqolaning maqsadi - O'zbekiston shaharlari uchun airborne eDNA asosidagi biologik xilma-xillik monitoringi va machine learning yordamida ekologik xavflarni prognozlashning konseptual modelini ishlab chiqish.

MATERIALLAR VA USULLAR

Environmental DNA va biodiversity monitoring. eDNA biologik xilma-xillikni monitoring qilishda organizmni bevosita kuzatishdan ko'ra uning atrof-muhitda qoldirgan genetik izidan foydalanadi. Thomsen va Willerslev eDNA yondashuvining zamonaviy va qadimgi muhitlarda qo'llanishini hamda metabarkodlash bilan birgalikda biodiversitet monitoringidagi imkoniyatlarini keng tahlil qilgan. Deiner va hamkorlari eDNA metabarkodlash hayvonlar va o'simliklar jamoalarini o'rganishda katta o'zgarish keltirib chiqarishi mumkinligini ko'rsatgan. Ushbu yondashuv bir

vaqtning o'zida ko'plab taksonlarni aniqlash imkonini beradi, biroq marker tanlovi, PCR jarayoni, reference database va bioinformatik pipeline natijaga ta'sir qiladi.

eDNA monitoringida qPCR va metabarkodlashni farqlash muhim. qPCR odatda ma'lum bir organizm yoki genetik targetni aniqlash va miqdoriy baholashga yo'naltiriladi. Metabarkodlash esa bitta namunadagi turli taksonlarga tegishli DNK signallarini parallel o'rganishga imkon beradi. Shuning uchun shahar biodiversitetining keng spektrini monitoring qilishda metabarkodlash ko'proq mos kelishi mumkin, biroq u universal usul emas. Airborne eDNA bo'yicha dastlabki muhim dalillardan biri Lynggaard va hamkorlarining tadqiqotidir. Tadqiqotchilar havoni filtrlash orqali quruqlikdagi umurtqali hayvonlarning DNKlarini aniqlagan. Tadqiqotda aniqlangan turlar turli ekologik va taksonomik guruhlarini qamrab olgan. Bohmann va Lynggaard airborne eDNA ni quruqlikdagi biodiversitetni bir vaqtning o'zida turli hayot shakllari bo'yicha o'rganish imkonini beruvchi istiqbolli yondashuv sifatida tavsiflaydi. Shu bilan birga, ular kontaminatsiyani nazorat qilish zarurligini ta'kidlaydi.

Air-quality networks orqali eDNA yig'ilishi ushbu yo'nalishni yanada kengaytiradi. Clare va hamkorlari muntazam havo monitoringi jarayonida yig'ilgan materiallardan turli biologik guruhlariga tegishli DNK signallarini aniqlagan. Bu mavjud ekologik infratuzilmadan biodiversitet monitoringi uchun ham foydalanish mumkinligini ko'rsatadi. Shahar ekotizimlarining mozaik tuzilishi biodiversitetni monitoring qilishni murakkablashtiradi. Suv havzalari, parklar va yashil hududlar biologik signal manbalari bo'lishi mumkin, biroq urban makondagi transport, shamol va inson faoliyati biologik materialning tarqalishiga ham ta'sir qiladi.

Pekin tadqiqoti eDNA metabarkodlash urban landshaft darajasida biologik xilma-xillikni xaritalash imkonini ko'rsatgan bo'lsa-da, aniqlanish ehtimoli taksonning ekologik hayot tarzi va suv obyektining xususiyatlariga qarab o'zgargan. Bu airborne eDNA tadqiqotlarida ham "bir xil marker - bir xil detection probability" tamoyili noto'g'ri ekanligini anglatadi. 2026-yilgi Nature Cities maqolasida eDNA urban ekologiyani tizimli ravishda o'rganish imkoniyatlarini kengaytirayotgani va shahar makonini biologik ma'lumotlar orqali qayta talqin qilish masalalari muhokama qilingan. Airborne eDNA texnologiyasining ilmiy qiymati bilan birga bir qator cheklovlari mavjud. Birinchidan, contamination false positive natijalarga olib kelishi mumkin. Shu sababli field blank, negative control va laboratoriya nazoratlari zarur.

Ikkinchidan, DNK havoda passiv ravishda ko'chishi mumkin. Shamol tezligi va yo'nalishi, namlik, yog'ingarchilik va atmosferadagi zarracha dinamikasi signalning qayerdan kelganiga ta'sir qiladi. Demak, "DNK topildi = organizm aynan shu nuqtada yashaydi" degan oddiy xulosa chiqarish mumkin emas. Uchinchidan, false negative natijalar ham yuzaga kelishi mumkin. Namuna tarkibida target organizmga tegishli DNK bo'lsa ham, uning miqdori pastligi, DNA degradation, PCR inhibitorlari yoki markerning mos emasligi sababli signal aniqlanmasligi mumkin. To'rtinchidan, PCR bias va reference database cheklovlari taxonomik identifikatsiyaga ta'sir qiladi. Shu sababli COI, 12S, ITS, ITS2, rbcL yoki matK kabi markerlar organizm guruhiga qarab tanlanishi lozim. Bitta "universal marker" barcha organizmlarni bir xil aniqlaydi degan xulosa ilmiy jihatdan asoslanmagan. 2024-yilgi systematic review ham terrestrial eDNA metabarkodlashda sampling substrate, marker va habitat tanlovi natijaga sezilarli ta'sir qilishini ko'rsatadi. Mualliflar terrestrial monitoringda metodlarni real sharoitlarda qo'shimcha ground-truthing bilan tekshirish zarurligini ta'kidlaydi.

Machine learning ekologik ma'lumotlarning ko'p o'lchamli tuzilmasini tahlil qilishda foydali bo'lishi mumkin. eDNA ma'lumotlari biologik xilma-xillik indikatorlarini, meteorologik ma'lumotlar esa atmosferadagi transport sharoitlarini ifodalashi mumkin. Ularni PM2.5, PM10, NO₂,

O₃, NDVI va urban density kabi ko'rsatkichlar bilan birlashtirish ekologik stress bilan biologik signal o'rtasidagi murakkab bog'lanishlarni o'rganishga imkon beradi. Random Forest, Gradient Boosting/XGBoost, Support Vector Machine, regression modellari va neural networklar nomzod algoritmlar sifatida ko'rib chiqilishi mumkin. Biroq oldindan "eng yaxshi algoritmi"ni belgilash metodologik jihatdan noto'g'ri. Model samaradorligi real dataset, sample size, feature structure, temporal dependence va validation strategiyasiga bog'liq. Shunday qilib, konseptual zanjir quyidagicha ifodalanadi: AIR - biologik zarrachalar - DNA extraction - metabarcoding - taxonomic identification - biodiversity indicators - environmental/meteorological variables - machine learning - ecological risk score - early warning.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ushbu maqola konseptual/proposed study sifatida ishlab chiqilgan. Unda O'zbekiston shaharlaridan olingan real airborne-eDNA dataset yoki laboratoriya natijalari mavjud emas. Shu sababli metodika kelajakdagi empirik tadqiqot uchun taklif etilayotgan dizayn sifatida qaraladi.

Tavsiya etilayotgan tadqiqot longitudinal monitoringga asoslanadi. Bir nechta shahar va shahar ichidagi turli landshaftlardan takroriy havo namunalari olinadi. Har bir sampling nuqtasida molekulyar, meteorologik va ekologik ma'lumotlar bir vaqt oralig'iga bog'lanadi. Namuna olish dizaynida quyidagi shaharlar misol sifatida ko'rib chiqilishi mumkin: Toshkent - yirik metropolitan muhit; Samarqand - tarixiy va urban rivojlanish xususiyatlariga ega shahar; Farg'ona, Andijon va Namangan - Farg'ona vodiysidagi urban muhitlar; Buxoro yoki Qarshi - boshqa tabiiy-geografik sharoitdagi shahar. Ular maqolada real tanlangan tadqiqot hududlari sifatida emas, taklif etilayotgan sampling design sifatida qaraladi. Har bir shaharda yashil hudud, park, zich qurilgan hudud, transportga yaqin maydon va imkon qadar suv havzasi yoki boshqa ekologik kontrast nuqtalar tanlanishi mumkin.

Airborne eDNA uchun high-volume air sampler yoki mos bioaerosol sampler ishlatilishi mumkin. Namuna olish davomiyligi barcha nuqtalarda standartlashtirilishi kerak. Kunning bir xil vaqt oralig'ida takroriy sampling qilish vaqt bo'yicha taqqoslash imkonini oshiradi. Har bir sampling seriyasida: field blanks; negative controls; laboratoriya blanklari; texnik takrorlar kiritilishi kerak. Namuna olish vaqtida harorat, namlik, shamol tezligi, shamol yo'nalishi va yog'ingarchilik kabi meteorologik ma'lumotlar qayd etiladi.

Taklif etilayotgan molekulyar pipeline quyidagi ketma-ketlikda tashkil qilinadi: air sample - DNA extraction - quality control - PCR amplification - marker selection - library preparation - high-throughput sequencing - bioinformatics - taxonomic assignment. Marker tanlash target guruhga bog'liq bo'ladi. Hayvonlar uchun COI, umurtqalilar uchun 12S, zamburug'lar uchun ITS, o'simliklar uchun esa ITS2, rbcL yoki matK kabi markerlar ko'rib chiqilishi mumkin. Bitta marker yordamida barcha organizmlarni teng aniqlashga urinish o'rniga, ko'p-markerli yondashuv maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin.

Sequencing natijalari quyidagi bosqichlardan o'tkaziladi: quality filtering; primer removal; denoising; ASV yoki OTU shakllantirish; chimera removal; reference database bilan taqqoslash; taxonomic assignment; contamination filtering. Taxonomik identifikatsiya reference database qamroviga bog'liq bo'ladi. Shu sababli O'zbekiston hududida uchrashi mumkin bo'lgan organizmlar bo'yicha reference sequence ma'lumotlarini kengaytirish kelajakdagi muhim vazifalardan biridir.

eDNA dataset quyidagi o'zgaruvchilar bilan integratsiya qilinishi mumkin: PM2.5; PM10; NO₂; O₃; harorat; nisbiy namlik; shamol tezligi; shamol yo'nalishi; yog'ingarchilik; NDVI; land-use; yashil hudud ulushi; urban density. Bunday integratsiya biologik signalning ekologik va atmosferik sharoit bilan bog'liqligini modellashtirishga imkon beradi.

Tadqiqotda quyidagi indikatorlardan foydalanish mumkin: species richness; Shannon diversity; Simpson diversity; taxonomic richness; functional diversity; indicator/invasive species presence; community turnover. Biroq sequencing read abundance ni bevosita individlar soni yoki biomassaga tenglashtirish mumkin emas. Read count ko'plab biologik va texnik omillar ta'sirida shakllanadi.

Taklif etilayotgan modelda bir nechta algoritmlar parallel baholanishi mumkin: Random Forest - nolinear bog'lanishlar va ko'plab predictorlar bilan ishlash uchun; Gradient Boosting/XGBoost - murakkab feature interactionlarni aniqlash uchun; Support Vector Machine - nisbatan kichik datasetlarda klassifikatsiya uchun; Random Forest regression - uzluksiz biodiversity yoki risk indikatorlarini modellashtirish uchun; Neural network - yetarli hajmdagi dataset mavjud bo'lgandagina murakkab nolinear naqshlarni o'rganish uchun. Modelni baholashda train/validation/test split, temporal validation va spatial cross-validation birgalikda ko'rib chiqilishi kerak. Klassifikatsiya uchun precision, recall, F1-score, ROC-AUC, calibration va confusion matrix kabi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin.

Konseptual ecological risk score quyidagi komponentlardan tashkil topishi mumkin: Risk - biodiversity decline signal + indicator/invasive species signal + pollution indicators + habitat fragmentation + meteorological anomalies. Bu formula universal yoki tasdiqlangan ekologik standart sifatida emas, balki kelajakdagi model uchun konseptual asos sifatida qaraladi. Komponentlarning vazni real dataset asosida statistik yoki machine learning yondashuvlari yordamida aniqlanishi kerak.

Mazkur maqola real O'zbekiston airborne-eDNA datasetiga asoslanmagan. Shuning uchun quyidagi natijalar kutilayotgan ilmiy natijalar va taklif etilayotgan amaliy model sifatida talqin qilinadi. Birinchi navbatda, takroriy airborne eDNA sampling orqali shahar havosida mavjud biologik guruhlariga tegishli DNK signallarini aniqlash imkoniyati kutiladi. Avvalgi tadqiqotlar hayvonlardan tashqari o'simlik va zamburug'larga tegishli DNK signallarining ham bioaerosollarda mavjud bo'lishi mumkinligini ko'rsatgan. Ikkinchi kutilayotgan natija - turli urban landshaftlar o'rtasidagi community composition farqlarini aniqlash. Bunda eDNA signali shahar ekologik gradientlarini baholashga yordam berishi mumkin. Uchinchi yo'nalish - vaqt bo'yicha biologik signalning o'zgarishini aniqlash. Takroriy sampling mavsumiy yoki meteorologik o'zgarishlar bilan bog'liq biodiversitet signallarini o'rganishga imkon beradi. To'rtinchidan, shamol, namlik, yog'ingarchilik va boshqa meteorologik omillarning eDNA detectionga ta'sirini modellashtirish kutiladi. Beshinchidan, biologik xilma-xillikdagi o'zgarishlar va ekologik stress indikatorlari o'rtasidagi bog'lanishlarni machine learning yordamida aniqlash mumkin.

Airborne eDNA ning asosiy ilmiy afzalligi - biologik mavjudlik haqida ma'lumot olish uchun organizmni bevosita kuzatish shart emasligidir. Lynggaard va hamkorlarining natijalari havodan olingan DNK yordamida quruqlikdagi umurtqali hayvonlar jamoasini aniqlash mumkinligini ko'rsatadi. Biroq bu usul an'anaviy monitoringni to'liq almashtirishi shart emas. Aksincha, eDNA kamera tuzoqlari, vizual kuzatuvlar va boshqa ekologik monitoring vositalarini to'ldirishi mumkin. Masalan, kamera organizmning xatti-harakatini ko'rsatishi mumkin, eDNA esa kuzatuvchi ko'rmagan biologik signalni qayd etishi ehtimoli bor.

Eng muhim metodologik masalalardan biri - DNA transporti. Havodagi DNK shamol oqimlari bilan boshqa hududga ko'chishi mumkin. Shuning uchun eDNA aniqlangan nuqtani organizmning aniq yashash joyi sifatida talqin qilish ehtiyotkorlikni talab qiladi. Bu muammo ayniqsa zich urban hududlarda muhim, chunki transport, qurilish va boshqa antropogen jarayonlar bioaerosol dinamikasiga ta'sir qilishi mumkin. Contamination ham alohida nazoratni talab qiladi. Namuna olish, filtrlarni saqlash, DNA extraction va PCR bosqichlarining har birida tashqi DNK aralashishi mumkin. Shu sababli field blanks va negative controls tizimning majburiy qismi bo'lishi kerak.

False negative natijalar ham monitoring sifatiga ta'sir qiladi. Organizm mavjud bo'lsa-da, uning DNKsi sampling paytida filtrga tushmasligi yoki laboratoriya pipelineida aniqlanmasligi mumkin. Demak, "aniqlanmadi" natijasi avtomatik ravishda "mavjud emas" degan ma'noni anglatmaydi. Airborne eDNA ning yana bir muhim masalasi - taxonomic assignment. Reference database to'liq bo'lmasa, olingan sequence yuqori aniqlikda tur darajasida identifikatsiya qilinmasligi mumkin. Shu sababli O'zbekiston uchun mahalliy biologik reference database yaratish bunday tizimning muhim tarkibiy qismi bo'lishi mumkin. AI yondashuvining afzalligi shundaki, u eDNA, meteorologiya va ekologik ma'lumotlarni birgalikda ko'rib chiqishi mumkin. Masalan, biodiversity signalining pasayishi faqat DNK ma'lumotlari bilan emas, balki havo sifati, vegetatsiya, land-use va meteorologik o'zgarishlar bilan birgalikda baholanishi mumkin.

Biroq AI ekologik tizimning kelajagini "aniq biluvchi" vosita emas. U mavjud ma'lumotlardagi naqshlar asosida ehtimoliy xavflarni baholaydi. Shu sababli model interpretability muhim. Ekologik mutaxassis model nima sababdan ma'lum bir hududga yuqori risk signalini berganini tushuna olishi kerak. O'zbekiston shaharlarida bunday tizimni joriy qilish uchun molekulyar biologiya laboratoriyalari, sequencing imkoniyatlari, bioinformatika infratuzilmasi, ekologik va meteorologik sensorlar, ma'lumotlarni saqlash platformasi hamda malakali mutaxassislar zarur bo'ladi. Texnologiyaning iqtisodiy va institutsional cheklavlari ham mavjud. Yuqori throughput sequencing, sifatli sampling, reference database yaratish va doimiy monitoring xarajatlarni talab qiladi. Bundan tashqari, turli tashkilotlardan olingan ekologik ma'lumotlarni yagona standartga keltirish masalasi ham hal qilinishi kerak. Shu jihatdan, airborne eDNA ni mavjud havo sifati monitoring tarmoqlariga integratsiya qilish istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Clare va hamkorlarining tadqiqoti bunday infratuzilma biologik xilma-xillik monitoringi uchun qo'shimcha ma'lumot manbai bo'lishi mumkinligini ko'rsatgan.

XULOSA

Airborne eDNA shahar biologik xilma-xilligini tezkor va kam invaziv monitoring qilish uchun istiqbolli molekulyar yondashuvlardan biridir. Ilmiy adabiyotlar havodagi biologik zarrachalardan hayvonlar, o'simliklar va zamburug'larga tegishli DNK signallarini olish imkoniyatini ko'rsatmoqda. Biroq eDNA mavjudligi organizmning aniq soni yoki biomassasini bevosita ifodalamaydi va signalning talqinida shamol, atmosfera sharoiti, DNA degradation, contamination, PCR bias hamda reference database kabi omillar hisobga olinishi kerak. Maqolada taklif etilgan konseptual model airborne eDNA metabarkodlashni meteorologik, ekologik va landshaft ma'lumotlari bilan birlashtirib, machine learning yordamida ekologik xavf indikatorlarini baholashga qaratilgan. Bunda AI ekologik kelajakni aniq bashorat qiluvchi tizim emas, balki ehtimoliy xavflarni mavjud ma'lumotlar asosida baholovchi vosita sifatida qaraladi.

O'zbekiston shaharlari uchun bunday yondashuvni bosqichma-bosqich pilot monitoring orqali sinash mumkin. Keyingi tadqiqotlarda real airborne-eDNA dataset yaratish, optimal sampling

protokolini aniqlash, mahalliy reference database ni kengaytirish, meteorologik omillarning DNK dispersiyasiga ta'sirini baholash va turli machine learning modellarini spatial-temporal validation asosida taqqoslash muhim vazifalar bo'lib qoladi. Shunday qilib, AIR - eDNA - metabarkodlash - biodiversity indicators - environmental data - AI forecasting - ecological risk map - early warning zanjiri O'zbekiston shaharlarida kelajakdagi raqamli ekologik monitoring tizimining konseptual asosi sifatida xizmat qilishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Bohmann, K., Lynggaard, C. H. (2023). Transforming terrestrial biodiversity surveys using airborne eDNA. *Trends in Ecology and Evolution*, 38(2), 119–121. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.11.006>
2. Clare, E. L., Economou, C. K., Bennett, F. J., Dyer, C. E., Adams, K., Fukumoto, Y., and Littlefair, J. E. (2023). Air-quality networks collect environmental DNA with the potential to measure biodiversity at continental scales. *Current Biology*, 33(11), R426–R428. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.04.036>
3. Cowgill, C., Gilbert, J. D. J., Convery, I., and Lawson Handley, L. (2024/2025). Monitoring terrestrial rewilding with environmental DNA metabarcoding: A systematic review of current trends and recommendations. *Frontiers in Conservation Science*, 5, 1473957. <https://doi.org/10.3389/fcsc.2024.1473957>

THE IMPACT OF HYPOVOLEMIC HEMODYNAMIC INSTABILITY AND ANEMIA ON INTESTINAL MICROVASCULAR PERFUSION AND ENTEROCYTE TRANSPORT DYNAMICS

Narbayeva Nigora Abduhamidovna, Xudoyorova Sabrina Lazizovna

Senior teacher of the department of Pharmacology¹,

Tashkent State Medical University^{1,2}

Annotatsiya. Ushbu dissertatsiya ishida anemiya va gipovolemiyaning o'zaro bog'liq patofiziologik mexanizmlari o'rganilib, ayniqsa aylanib yuruvchi qon hajmining kamayishi hamda qonning kislorod tashish qobiliyati pasayishining to'qimalar perfuziyasi va oshqozon-ichak tizimida oziq moddalar o'zlashtirilishiga ta'siriga alohida e'tibor qaratilgan. Gemoglobin miqdori yoki sifati, yoxud aylanib yuruvchi eritrotsitlar massasining kamayishi bilan tavsiflanadigan anemiya arterial qondagi kislorod miqdorining bevosita pasayishiga olib keladi.

Kalit so'zlar: gipovolemiya, gemodinamik beqarorlik, anemiya, ichak mikrotsirkulyatsiyasi, mikrovasulyar perfuziya, enterotsitlar transporti, ichak perfuziyasi, to'qimalar oksigenatsiyasi, oshqozon-ichak fiziologiyasi, kislorod yetkazib berish.

Аннотация: В данной диссертационной работе рассматриваются взаимосвязанные патофизиологические механизмы анемии и гиповolemии с особым акцентом на то, как дефицит объема циркулирующей крови и снижение кислородтранспортной способности крови нарушают тканевую перфузию и усвоение питательных веществ в желудочно-кишечном тракте. Анемия, определяемая как количественное или качественное снижение уровня гемоглобина либо массы циркулирующих эритроцитов, непосредственно приводит к уменьшению содержания кислорода в артериальной крови.

Ключевые слова: гиповolemия, гемодинамическая нестабильность, анемия, кишечная микроциркуляция, микрососудистая перфузия, транспортная функция энтероцитов, кишечная перфузия, оксигенация тканей, физиология желудочно-кишечного тракта, доставка кислорода.

Abstract: This thesis examines the interconnected pathophysiological mechanisms of anemia and hypovolemia, specifically focusing on how circulating blood volume deficits and reduced oxygen-carrying capacity impair tissue perfusion and gastrointestinal nutrient assimilation. Anemia, defined by a quantitative or qualitative reduction in hemoglobin or circulating red blood cell mass, directly diminishes arterial oxygen content.

Keywords: hypovolemia, hemodynamic instability, anemia, intestinal microcirculation, microvascular perfusion, enterocyte transport, intestinal perfusion, tissue oxygenation, gastrointestinal physiology, oxygen delivery.

Adequate tissue perfusion and oxygen delivery are essential for maintaining normal cellular metabolism and organ function. The gastrointestinal tract is particularly sensitive to alterations in systemic hemodynamics because intestinal tissues require a continuous supply of oxygen and nutrients to preserve mucosal integrity, support digestive processes, and maintain effective absorption. Disturbances such as hypovolemia and anemia can significantly compromise these physiological processes by reducing blood flow and oxygen availability at the tissue level.

INTRODUCTION

Hypovolemia is characterized by a reduction in circulating blood volume, which may lead to decreased venous return, cardiac output, and systemic tissue perfusion. When blood volume falls, compensatory mechanisms such as tachycardia, peripheral vasoconstriction, and redistribution of blood flow are activated to preserve perfusion of vital organs. However, prolonged or severe hypovolemia may reduce blood supply to the gastrointestinal tract. Consequently, intestinal microcirculation may become impaired even when conventional systemic hemodynamic parameters appear relatively stable.

Anemia represents another important factor affecting tissue oxygenation. A reduction in hemoglobin concentration or circulating red blood cell mass decreases the oxygen-carrying capacity of the blood. Although compensatory increases in cardiac output and changes in regional blood flow may partially maintain oxygen delivery, severe or persistent anemia can result in inadequate tissue oxygenation. When anemia occurs together with hypovolemia, the combined reduction in blood flow and oxygen-carrying capacity may produce a more pronounced disturbance of intestinal microvascular perfusion.

The intestinal microcirculation plays a critical role in maintaining the functional activity of enterocytes, which are responsible for the absorption and transport of nutrients, electrolytes, and water across the intestinal epithelium. Reduced microvascular blood flow and tissue oxygenation can alter cellular energy metabolism and impair membrane transport mechanisms. These changes may affect enterocyte transport dynamics, compromise the intestinal barrier, and reduce the efficiency of nutrient assimilation.

Understanding the relationship between hypovolemic hemodynamic instability, anemia, intestinal microvascular perfusion, and enterocyte transport is therefore important for evaluating gastrointestinal dysfunction associated with impaired systemic circulation. The combined effects of reduced circulating blood volume and decreased oxygen-carrying capacity may provide important insights into the mechanisms responsible for intestinal hypoperfusion and impaired absorptive function.

The aim of this study is to investigate the impact of hypovolemic hemodynamic instability and anemia on intestinal microvascular perfusion and enterocyte transport dynamics, with particular attention to the relationship between systemic oxygen delivery, intestinal tissue perfusion, and gastrointestinal absorptive function.

OBJECTIVE

The primary objective of this thesis is to investigate the pathophysiological mechanisms connecting quantitative and qualitative blood deficits specifically various forms of anemia and hypovolemia and to determine how their combined effects on systemic oxygen delivery impair microvascular perfusion, enterocyte bioenergetics, and gastrointestinal nutrient assimilation.

MATERIALS AND METHODS

This study was designed to investigate the effects of hypovolemic hemodynamic instability and anemia on intestinal microvascular perfusion and enterocyte transport dynamics. Particular attention was given to the mechanisms through which reductions in circulating blood volume and blood oxygen-carrying capacity may influence intestinal tissue oxygenation, microcirculatory function, epithelial integrity, and nutrient transport. A comparative and analytical research approach was applied to evaluate the individual and combined effects of hypovolemia and anemia on gastrointestinal physiology.

The research framework was based on the assessment of three physiological conditions: anemia, hypovolemia, and combined anemia with hypovolemia. These conditions were considered in relation to normal physiological parameters used as reference values. This approach made it possible to distinguish the effects associated primarily with reduced oxygen-carrying capacity from those caused by decreased circulating blood volume and to evaluate the potentially greater consequences when both disturbances occur simultaneously.

Systemic hemodynamic status was evaluated using major cardiovascular parameters, including arterial blood pressure, mean arterial pressure, heart rate, circulating blood volume, and indicators of systemic perfusion. These variables were selected because hypovolemia directly reduces venous return and may subsequently decrease stroke volume and cardiac output. The resulting hemodynamic response may involve compensatory tachycardia and peripheral vasoconstriction, which help maintain blood pressure but may simultaneously redistribute blood flow away from the gastrointestinal circulation.

The severity of anemia was assessed through hemoglobin concentration, hematocrit, and red blood cell-related parameters. Hemoglobin concentration was considered particularly important because it directly influences the oxygen-carrying capacity of arterial blood. Reduced hemoglobin levels may decrease systemic oxygen delivery even when arterial oxygen saturation remains within the normal range. Therefore, evaluation of anemia was integrated with hemodynamic measurements to provide a more comprehensive assessment of tissue oxygen availability.

A major component of the study was the assessment of intestinal microvascular perfusion. Intestinal microcirculation was considered a key link between systemic hemodynamic changes and functional alterations in the intestinal epithelium. Parameters reflecting intestinal blood flow, capillary perfusion, tissue oxygenation, and microvascular function were evaluated to determine the extent to which systemic hypovolemia and anemia affect regional circulation. Particular attention was paid to the possibility that microcirculatory impairment may persist or develop even when systemic blood pressure appears relatively preserved due to compensatory cardiovascular mechanisms.

The functional state of intestinal epithelial cells was assessed through indicators associated with enterocyte transport activity. Enterocytes are highly metabolically active cells responsible for the absorption and transport of nutrients, electrolytes, and water across the intestinal mucosa. Adequate oxygen delivery is necessary to maintain ATP-dependent transport mechanisms, membrane ion gradients, and cellular homeostasis. Therefore, reduced intestinal perfusion and oxygen availability were analyzed as potential factors capable of disrupting active transport processes and decreasing absorptive efficiency.

The analysis also considered the relationship between intestinal tissue hypoxia and alterations in epithelial barrier function. Inadequate microvascular perfusion may reduce oxygen supply to the intestinal mucosa, potentially affecting cellular metabolism and epithelial integrity. Prolonged or severe oxygen deprivation may disturb tight-junction function, increase intestinal permeability, and impair normal enterocyte activity. These mechanisms were evaluated as possible pathways linking systemic hemodynamic disturbances with gastrointestinal dysfunction.

To examine the specific contribution of each pathological factor, the analytical framework included comparisons between normal physiological conditions, isolated anemia, isolated hypovolemia, and combined anemia–hypovolemia. In isolated anemia, the primary mechanism considered was reduced oxygen-carrying capacity despite relatively preserved circulating volume. In isolated hypovolemia, the main mechanism was reduced blood flow and tissue perfusion. In the combined condition, both mechanisms were considered simultaneously, allowing assessment of their potentially additive or synergistic effects on intestinal microcirculation and enterocyte function. Special attention was given to the concept of systemic oxygen delivery. Tissue oxygen availability depends not only on arterial oxygen saturation but also on hemoglobin concentration and effective blood flow. Consequently, simultaneous reductions in circulating volume and hemoglobin concentration may substantially compromise oxygen delivery to metabolically active tissues. The intestinal mucosa may be particularly vulnerable because redistribution of blood flow during hemodynamic instability can reduce splanchnic circulation in favor of vital organs such as the heart and brain.

The study also evaluated the potential association between the degree of hemodynamic instability and the severity of intestinal dysfunction. Changes in systemic circulatory parameters were compared with alterations in intestinal perfusion and enterocyte transport indicators. This approach was intended to determine whether progressive deterioration of hemodynamic status corresponds to increasing impairment of intestinal microcirculation and absorptive function. Data analysis was based on descriptive, comparative, correlation, and statistical approaches. Descriptive analysis was used to characterize the main physiological and functional parameters. Comparative analysis was applied to identify differences among the investigated conditions. Correlation analysis was used to evaluate possible relationships between hemoglobin concentration, circulating blood volume, systemic hemodynamic parameters, intestinal microvascular perfusion, tissue oxygenation, and enterocyte transport activity. Where quantitative experimental or clinical data were available, statistical significance was determined using appropriate tests according to the distribution and characteristics of the variables.

The interpretation of the results was based on the following pathophysiological sequence: hypovolemia and/or anemia → reduction in effective oxygen delivery → impairment of intestinal microvascular perfusion and tissue oxygenation → disturbance of enterocyte energy metabolism → alteration of nutrient and electrolyte transport → reduction in intestinal absorptive efficiency. This framework allowed systemic circulatory changes and local intestinal responses to be evaluated as components of a single interconnected physiological process.

Overall, the methodological approach was developed to provide a comprehensive assessment of how changes in circulating blood volume and hemoglobin concentration influence intestinal microcirculation and epithelial transport processes. By integrating systemic hemodynamic parameters with indicators of intestinal perfusion, tissue oxygenation, and enterocyte function, the study provides a framework for understanding the mechanisms through which hypovolemia and anemia may contribute to gastrointestinal dysfunction and impaired nutrient assimilation.

CONCLUSION. The findings of this study demonstrate that hypovolemia and anemia are important pathophysiological factors capable of significantly affecting intestinal microvascular perfusion and enterocyte transport function. Hypovolemia reduces circulating blood volume and compromises regional blood flow, while anemia decreases the oxygen-carrying capacity of the blood. When these conditions occur simultaneously, their combined effects may lead to a more pronounced reduction in intestinal oxygen delivery than either condition alone.

Impaired intestinal microcirculation results in insufficient oxygen and nutrient supply to the intestinal mucosa. Since enterocytes are metabolically active cells that depend on adequate oxygen availability for maintaining membrane transport and cellular energy metabolism, reduced tissue perfusion may negatively affect the absorption of nutrients, electrolytes, and water. Persistent intestinal hypoperfusion may also compromise epithelial barrier integrity and contribute to gastrointestinal dysfunction.

The analysis indicates that systemic blood pressure alone may not fully reflect the condition of intestinal microcirculation. Compensatory mechanisms during hypovolemia can maintain relatively stable systemic hemodynamic parameters while splanchnic and intestinal perfusion remain impaired. Therefore, assessment of tissue oxygenation and microvascular perfusion should be considered alongside conventional hemodynamic indicators when evaluating the physiological consequences of anemia and hypovolemia.

Overall, the interaction between circulating blood volume, hemoglobin concentration, oxygen delivery, and intestinal microcirculation represents an important mechanism determining enterocyte functional activity. Understanding these relationships may contribute to improved assessment of intestinal dysfunction in conditions associated with hemodynamic instability and reduced oxygen-carrying capacity. Further experimental and clinical studies are required to quantify these relationships and determine the most effective approaches for preserving intestinal perfusion, epithelial integrity, and absorptive function in patients with anemia and hypovolemia.

REFERENCES

- [1] Morisaki H., Sibbald W.J. Tissue oxygen delivery and the microcirculation // *Critical Care Clinics*. – 2004. – Vol. 20, No. 2. – P. 213–223. DOI: 10.1016/j.ccc.2003.12.003.
- [2] Dubin A., Pozo M.O., Ferrara G. et al. Intestinal and sublingual microcirculation are more severely compromised in hemodilution than in hemorrhage // *Journal of Applied Physiology*. – 2016.
- [3] Leeuwen A.L.I., Dekker N.A.M., Jansma E.P., Boer C., van den Brom C.E. Therapeutic interventions to restore microcirculatory perfusion following experimental hemorrhagic shock and fluid resuscitation: A systematic review // *Microcirculation*. – 2020. – Vol. 27, No. 8. – e12650. DOI: 10.1111/micc.12650.

[4] Harrois A., Baudry N., Huet O. et al. Synergistic deleterious effect of hypoxemia and hypovolemia on microcirculation in intestinal villi // Critical Care Medicine. – 2013. – Vol. 41, No. 11. – P. e376–e384. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318292388d.

[5] Torres Filho I. Hemorrhagic Shock and the Microvasculature // Comprehensive Physiology. – 2018. DOI: 10.1002/j.2040-4603.2018.tb00005.x.

[6] Leeuwen A.L.I. et al. Therapeutically Targeting Microvascular Leakage in Experimental Hemorrhagic Shock: A Systematic Review and Meta-Analysis // Shock. – 2021.

40–59 YOSHLI QARSHI SHAHRIDAGI ERKAK VA AYOLLARDA ANTROPOMETRIK HOLAT VA YURAK-QON TOMIR TIZIMI FUNKSIONAL KO‘RSATKICHLARINI BAHOLASH

Jamolova Latofat Asqar qizi

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

Yuldoshova Shaxrizoda Shokir qizi

Xalilova Hilola Shavkat qizi

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Biologiya yo‘nalishi 3-bosqich talabalari

Annotatsiya. Ushbu maqolada 40–59 yosh oralig‘idagi erkak va ayollarning jismoniy taraqqiyotini tavsiflovchi asosiy antropometrik va fiziologik ko‘rsatkichlar tahlil qilingan. Tadqiqotda tana massasi, bo‘y uzunligi, tana massasi indeksi (Kettle indeksi), ko‘krak qafasi kengligi, ko‘krak qafasi ekskursiyasi, arterial qon bosimi va yurak urish chastotasi kabi ko‘rsatkichlarga e‘tibor qaratilgan. Olingan ma‘lumotlarga ko‘ra, erkaklarda tana massasi $95,0 \pm 3,26$ kg, ayollarda $90,3 \pm 5,6$ kg, bo‘y uzunligi esa mos ravishda $172,0 \pm 2,1$ va $158,0 \pm 1,9$ sm ni tashkil etgan. Tana massasi indeksi erkaklarda $32,2 \pm 1,2$ kg/m², ayollarda $36,1 \pm 1,84$ kg/m² bo‘lib, har ikki guruhda ortiqcha tana massasiga, xususan, semirish darajasiga mos keluvchi qiymatlar kuzatilgan. Arterial bosim ko‘rsatkichlari erkaklarda $146,4 \pm 3,6/95,4 \pm 1,7$ mm simob ustuni, ayollarda $138,3 \pm 6,6/96,4 \pm 3,2$ mm simob ustunini tashkil etgan. Mazkur natijalar o‘rta yosh davrida antropometrik ko‘rsatkichlar va yurak-qon tomir tizimi faoliyati o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni o‘rganish muhimligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: 40–59 yosh, antropometriya, tana massasi indeksi, Kettle indeksi, arterial qon bosimi, puls bosimi, yurak urish chastotasi, ko‘krak qafasi, jismoniy taraqqiyot.

Аннотация. В статье проанализированы основные антропометрические и физиологические показатели, характеризующие физическое развитие мужчин и женщин в возрасте 40–59 лет. Рассмотрены масса тела, длина тела, индекс массы тела (индекс Кетле), ширина грудной клетки, экскурсия грудной клетки, артериальное давление и частота сердечных сокращений. Установлено, что средняя масса тела мужчин составила $95,0 \pm 3,26$ кг, женщин — $90,3 \pm 5,6$ кг, а длина тела — соответственно $172,0 \pm 2,1$ и $158,0 \pm 1,9$ см. Индекс массы тела составил $32,2 \pm 1,2$ кг/м² у мужчин и $36,1 \pm 1,84$ кг/м² у женщин, что соответствует значениям, характерным для ожирения. Показатели артериального давления у мужчин составили $146,4 \pm 3,6/95,4 \pm 1,7$ мм рт. ст., у женщин — $138,3 \pm 6,6/96,4 \pm 3,2$ мм рт. ст. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости комплексной оценки

антропометрических и функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у лиц среднего возраста.

Ключевые слова: 40–59 лет, антропометрия, индекс массы тела, индекс Кетле, артериальное давление, пульсовое давление, частота сердечных сокращений, грудная клетка, физическое развитие.

Abstract. The article analyzes the main anthropometric and physiological indicators characterizing the physical development of men and women aged 40–59 years. Body mass, body height, body mass index (Quetelet index), chest circumference, chest excursion, arterial blood pressure, pulse pressure, and heart rate were evaluated. The mean body mass was 95.0 ± 3.26 kg in men and 90.3 ± 5.6 kg in women, while mean body height was 172.0 ± 2.1 and 158.0 ± 1.9 cm, respectively. The body mass index was 32.2 ± 1.2 kg/m² in men and 36.1 ± 1.84 kg/m² in women, corresponding to obesity according to conventional adult BMI categories. Blood pressure was $146.4 \pm 3.6/95.4 \pm 1.7$ mmHg in men and $138.3 \pm 6.6/96.4 \pm 3.2$ mmHg in women. The findings indicate the importance of comprehensive assessment of anthropometric and cardiovascular functional indicators in middle-aged adults.

Keywords: 40–59 years, anthropometry, body mass index, Quetelet index, arterial blood pressure, pulse pressure, heart rate, chest, physical development.

KIRISH

Inson organizmining jismoniy rivojlanishini baholash fiziologiya, antropologiya, gigiyena va profilaktik tibbiyotning muhim yoʻnalishlaridan biridir. Ayniqsa, oʻrta yosh davrida tana massasining ortishi, tana tuzilishidagi oʻzgarishlar hamda yurak-qon tomir tizimining funksional holati oʻrtasidagi munosabatlarni oʻrganish katta amaliy ahamiyatga ega. Chunki mazkur davrda metabolik jarayonlarning xususiyatlari, jismoniy faollik darajasi, ovqatlanish tartibi va boshqa hayot tarzi omillari organizmning antropometrik koʻrsatkichlariga sezilarli taʼsir koʻrsatishi mumkin.

Bugungi kunda ortiqcha tana massasi va semirish nafaqat antropometrik muammo, balki yurak-qon tomir kasalliklari, 2-tip qandli diabet va boshqa surunkali yuqumsiz kasalliklar bilan bogʻliq muhim xavf omili sifatida qaraladi. Jahon sogʻliqni saqlash tashkilotining zamonaviy maʼlumotlariga koʻra, 2022-yilda dunyo boʻyicha 18 yosh va undan katta aholining 43 foizi ortiqcha vaznga ega boʻlgan, 16 foizida esa semirish qayd etilgan. Tana massasi indeksi kattalarda ortiqcha vazn va semirishni baholashda keng qoʻllanadigan antropometrik koʻrsatkichlardan biridir.

Tana massasi indeksi tana massasining boʻy uzunligiga nisbatini ifodalaydi va kg/m² da hisoblanadi. Jahon sogʻliqni saqlash tashkilotining tasnifiga koʻra, kattalarda BMI 25 kg/m² va undan yuqori boʻlsa ortiqcha vazn, 30 kg/m² va undan yuqori boʻlsa semirish sifatida baholanadi. Shu bilan birga, BMI organizmdagi yogʻ toʻqimasining bevosita oʻlchovi emasligi sababli, individual xavfni baholashda boshqa antropometrik koʻrsatkichlardan ham foydalanish maqsadga muvofiq.

Soʻnggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar tana massasining uzoq muddat davomida ortiqcha boʻlishi yurak-qon tomir tizimi uchun salbiy oqibatlar bilan bogʻliqligini koʻrsatmoqda. 2024-yilda eʼlon qilingan tizimli sharh va meta-tahlilda bolalikdan katta yoshgacha davom etuvchi ortiqcha BMI trayektoriyasi gipertoniya xavfining oshishi bilan bogʻlangan. Doimiy normal tana massasi bilan taqqoslaganda, uzoq muddat ortiqcha vaznga ega boʻlgan guruhda gipertoniya xavfi yuqoriroq boʻlgan.

Arterial qon bosimi ham organizmning funksional holatini baholashda muhim fiziologik ko'rsatkich hisoblanadi. Qon bosimining uzoq muddat yuqori bo'lishi yurak, miya va buyraklar bilan bog'liq kasalliklar xavfini oshiradi. JSSTning 2025-yilgi ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yilda dunyoda 30–79 yoshdagi taxminan 1,4 milliard kattalarda gipertoniya mavjud bo'lgan.

2024-yilgi Yevropa kardiologiya jamiyati tavsiyalarida ham qon bosimi yurak-qon tomir xavfi bilan uzluksiz bog'liq omil sifatida qaraladi. Ushbu yondashuv qon bosimini faqat “me'yoriy” yoki “yuqori” guruhlariga ajratishdan ko'ra, uning darajasini va boshqa xavf omillari bilan birgalikda baholashga e'tibor qaratadi.

Shu nuqtayi nazardan, 40–59 yoshli aholining antropometrik va fiziologik ko'rsatkichlarini birgalikda o'rganish ushbu yosh davrida jismoniy rivojlanishning o'ziga xos xususiyatlarini aniqlash hamda yurak-qon tomir xavf omillarini erta aniqlash nuqtayi nazaridan muhimdir.

TADQIQOT MAQSADI

40–59 yoshli erkak va ayollarning asosiy antropometrik hamda fiziologik ko'rsatkichlarini tahlil qilish, tana massasi indeksi, ko'krak qafasi ko'rsatkichlari, arterial qon bosimi va yurak urish chastotasining o'zaro fiziologik ahamiyatini baholash.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Tadqiqotda 40–59 yoshli erkak va ayollarning jismoniy taraqqiyotini ifodalovchi antropometrik hamda fiziologik ko'rsatkichlar tahlil qilindi. Antropometrik ko'rsatkichlar sifatida tana massasi, bo'y uzunligi, tana massasi indeksi, ko'krak qafasining tinch holatdagi kengligi, nafas olish paytidagi kengligi va ko'krak qafasi ekskursiyasi olindi.

Tana massasi indeksi tana massasining kilogrammdagi qiymatini bo'y uzunligining metrda ifodalangan kvadratiga bo'lish orqali hisoblanadi:

$$\text{BMI} = \text{tana massasi (kg)} / \text{bo'y}^2 (\text{m}^2).$$

Tadqiqot ma'lumotlarida keltirilgan Kettle indeksi qiymatlari tana massasi va bo'y uzunligi asosida hisoblangan BMI qiymatlariga mos keladi. Masalan, erkaklarda 95,0 kg tana massasi va 1,72 m bo'y uzunligida BMI taxminan 32,1 kg/m², ayollarda esa 90,3 kg va 1,58 m ko'rsatkichlarida taxminan 36,2 kg/m² ni tashkil qiladi. Shu sababli mazkur maqolada ushbu ko'rsatkich ilmiy jihatdan aniqroq bo'lishi uchun **tana massasi indeksi (BMI, Kettle indeksi)** sifatida talqin qilindi.

Fiziologik ko'rsatkichlar sifatida sistolik arterial qon bosimi, diastolik arterial qon bosimi, puls bosimi va yurak urish chastotasi o'rganilgan. Natijalar o'rtacha arifmetik qiymat va standart xatolik ko'rinishida ifodalangan.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

40–59 yoshli respondentlarning antropometrik va fiziologik ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

40–59 yoshli erkak va ayollarning jismoniy taraqqiyot ko'rsatkichlari . 1-jadval

Ko'rsatkich	Erkaklar	Ayollar
Tana massasi indeksi, kg/m ²	32,2±1,2	36,1±1,84
Tana massasi, kg	95,0±3,26	90,3±5,6
Bo'y uzunligi, sm	172,0±2,1	158,0±1,9
Ko'krak qafasi kengligi, tinch holatda, sm	111,2±1,97	100,5±2,9
Ko'krak qafasi kengligi, nafas olganda, sm	118,3±2,3	107,5±4,2

Ko'krak qafasi ekskursiyasi, sm	7,1±0,43	6,5±1,46
Sistolik arterial bosim, mm sim. ust.	146,4±3,6	138,3±6,6
Diastolik arterial bosim, mm sim. ust.	95,4±1,7	96,4±3,2
Puls bosimi, mm sim. ust.	51,0±1,9	42,0±3,4
Yurak urish chastotasi, marta/min	89,0±3,13	73,0±3,3

Tadqiqot natijalari, avvalo, 40–59 yoshli respondentlarda tana massasi bilan bo'y uzunligi o'rtasidagi nisbatning yuqoriligini ko'rsatadi. Erkaklarda tana massasi 95,0±3,26 kg, ayollarda 90,3±5,6 kg bo'lgan. Shu bilan birga, erkaklarning o'rtacha bo'y uzunligi 172,0±2,1 sm, ayollarniki esa 158,0±1,9 sm ni tashkil etgan.

Ushbu ko'rsatkichlar asosida hisoblangan BMI erkaklarda 32,2±1,2 kg/m², ayollarda 36,1±1,84 kg/m² bo'lgan. Demak, o'rtacha qiymat jihatidan har ikkala guruhda ham BMI 30 kg/m² chegarasidan yuqori. JSST tasnifiga ko'ra, BMI 30 kg/m² va undan yuqori bo'lgan kattalar semirish guruhiga kiradi.

Biroq BMI natijasini individual klinik tashxis sifatida talqin qilish to'g'ri emas. BMI tana massasining umumiy ko'rsatkichidir va yog' to'qimasining qayerda joylashganini yoki mushak massasining ulushini to'liq aks ettirmaydi. Shu sababli zamonaviy yondashuvda tana massasi indeksini bel aylanasi kabi markaziy yog' to'planishini ko'rsatuvchi antropometrik belgilar bilan to'ldirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotda erkaklar va ayollarning BMI qiymatlari o'rtasida ham farq kuzatiladi. Ayollarda o'rtacha BMI erkaklarga qaraganda yuqoriroq bo'lgan. Bunga ayollarning o'rtacha tana massasi erkaklarnikiga yaqin bo'lishiga qaramay, bo'y uzunligining sezilarli darajada pastligi ta'sir qilgan. BMI formulasi tana massasini bo'y uzunligining kvadratiga nisbatlagani sababli bir xil yoki yaqin tana massasiga ega bo'lgan, ammo bo'yi pastroq shaxsda BMI yuqoriroq chiqishi mumkin.

O'rta yosh davrida tana massasining ortishi metabolik va yurak-qon tomir xavf omillari bilan birgalikda baholanishi kerak. Zamonaviy ilmiy ma'lumotlarda ortiqcha tana massasi gipertoniya, 2-tip qandli diabet va yurak-qon tomir kasalliklari xavfining ortishi bilan bog'lanadi. 2024-yilgi meta-tahlil ham hayot davomida yuqori BMI trayektoriyasi keyingi yosh davrlarida gipertoniya xavfi yuqoriroq bo'lishi bilan bog'liqligini ko'rsatgan.

Ko'krak qafasi ko'rsatkichlari tahlil qilinganda, tinch holatdagi ko'krak qafasi kengligi erkaklarda 111,2±1,97 sm, ayollarda 100,5±2,9 sm bo'lgan. Nafas olish paytida ushbu ko'rsatkich mos ravishda 118,3±2,3 va 107,5±4,2 sm ga yetgan. Shunga mos ravishda ko'krak qafasi ekskursiyasi erkaklarda 7,1±0,43 sm, ayollarda 6,5±1,46 sm ni tashkil etgan.

Ko'krak qafasi ekskursiyasi nafas olish vaqtida ko'krak qafasi o'lchamining o'zgarishini ifodalab, tashqi nafas olish apparatining funksional imkoniyatlarini baholashda yordamchi antropometrik-fiziologik ko'rsatkich sifatida qaraladi. Mazkur natijalarda erkaklarda ko'krak qafasi ekskursiyasi ayollarga nisbatan biroz yuqori bo'lgan.

Yurak-qon tomir tizimi ko'rsatkichlari orasida arterial qon bosimi alohida ahamiyatga ega. Erkaklarda sistolik arterial bosim 146,4±3,6 mm simob ustuni, diastolik arterial bosim esa 95,4±1,7 mm simob ustunini tashkil etgan. Ayollarda bu ko'rsatkichlar mos ravishda 138,3±6,6 va 96,4±3,2 mm simob ustuniga teng bo'lgan.

Keltirilgan o'rtacha qiymatlar erkaklarda ham sistolik, ham diastolik bosimning yuqori ekanligini, ayollarda esa diastolik bosimning yuqoriroq qiymatga ega ekanligini ko'rsatadi. Biroq ushbu ma'lumotlarni gipertoniya tashxisi sifatida baholash mumkin emas, chunki arterial gipertoniya

klinik jihatdan takroriy va standartlashtirilgan o'lchovlar, zarur hollarda uy sharoitidagi yoki ambulator monitoring natijalari asosida baholanadi. JSST gipertoniya sistolik bosimning 140 mmHg yoki undan yuqori yoxud diastolik bosimning 90 mmHg yoki undan yuqori bo'lishi bilan tavsiflaydi, biroq tashxisni tasdiqlash uchun klinik baholash talab qilinadi.

2024-yilgi ESC tavsiyalarida arterial bosimning yurak-qon tomir xavfiga ta'siri uzluksiz xarakterga ega ekanligi ta'kidlangan. Ya'ni, xavfni faqat gipertoniya mavjud yoki mavjud emasligi bilan chegaralash emas, balki arterial bosimning aniq darajasi va boshqa xavf omillarini ham hisobga olish kerak.

Bizning natijalarimizda yuqori BMI bilan arterial bosimning yuqori qiymatlari bir guruhda kuzatilgani e'tiborga loyiq. Bu holat ortiqcha tana massasining yurak-qon tomir tizimiga tushadigan yuklama bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Biroq mazkur tadqiqotda BMI va arterial bosim o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsienti hisoblanmaganligi sababli ular o'rtasida statistik jihatdan sabab-oqibat yoki to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik mavjud deb xulosa qilish mumkin emas.

Puls bosimi ham yurak-qon tomir tizimining muhim ko'rsatkichlaridan biridir. Tadqiqotda erkaklarda puls bosimi $51,0 \pm 1,9$ mm simob ustuni, ayollarda esa $42,0 \pm 3,4$ mm simob ustunini tashkil etgan. Erkaklardagi yuqoriroq puls bosimi, avvalo, ularning sistolik arterial bosimi yuqoriroq bo'lgani bilan bog'liq. Puls bosimi sistolik va diastolik arterial bosim o'rtasidagi farq sifatida aniqlanadi.

Yurak urish chastotasi erkaklarda $89,0 \pm 3,13$ marta/min, ayollarda $73,0 \pm 3,3$ marta/min bo'lgan. Shunday qilib, erkaklar guruhida yurak urish chastotasi ayollarga nisbatan yuqoriroq qayd etilgan. Ushbu ko'rsatkichni baholashda respondentlarning o'lchov vaqtida jismoniy faolligi, emotsional holati, kofein iste'moli, dori vositalari va boshqa fiziologik omillar ham hisobga olinishi kerak.

Tadqiqot natijalarini zamonaviy ilmiy qarashlar bilan solishtirganda, tana massasining ortishi va yuqori arterial bosimning birgalikda uchrashi profilaktik nuqtayi nazardan e'tibor talab qiladigan holatdir. JSST ortiqcha vazn va semirishni yurak-qon tomir kasalliklari, 2-tip qandli diabet va boshqa yuqumsiz kasalliklar bilan bog'liq muhim xavf omili sifatida ko'rsatadi.

Bunday holatda jismoniy faollik va ovqatlanish tartibi alohida ahamiyat kasb etadi. JSST 18–64 yoshdagi kattalar uchun haftasiga kamida 150–300 daqiqa o'rtacha intensivlikdagi aerob jismoniy faollik yoki 75–150 daqiqa yuqori intensivlikdagi faoliyatni tavsiya qiladi. Shuningdek, asosiy mushak guruhlarini qamrab oluvchi kuch mashqlarini haftasiga kamida ikki kun bajarish tavsiya etiladi.

Shu jihatdan, 40–59 yoshli shaxslarda antropometrik ko'rsatkichlarni muntazam nazorat qilish, tana massasidagi o'zgarishlarni kuzatish va arterial qon bosimini standart sharoitlarda takroriy o'lchash yurak-qon tomir xavfini erta aniqlash uchun muhim bo'lishi mumkin.

XULOSA

O'tkazilgan tahlil natijasida 40–59 yoshli erkak va ayollarning antropometrik hamda fiziologik ko'rsatkichlarida sezilarli o'ziga xosliklar mavjudligi aniqlandi.

Erkaklarda tana massasi $95,0 \pm 3,26$ kg, bo'y uzunligi $172,0 \pm 2,1$ sm, ayollarda esa tana massasi $90,3 \pm 5,6$ kg va bo'y uzunligi $158,0 \pm 1,9$ sm ni tashkil etdi. Tana massasi indeksi erkaklarda $32,2 \pm 1,2$ kg/m², ayollarda $36,1 \pm 1,84$ kg/m² bo'lib, o'rtacha qiymatlar semirish mezoniga mos keldi.

Ko'krak qafasi kengligi va ekskursiyasi erkaklarda ayollarga nisbatan yuqoriroq bo'lgan. Bu farqlar tana tuzilishi va antropometrik xususiyatlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Arterial qon bosimi erkaklarda $146,4 \pm 3,6/95,4 \pm 1,7$ mm simob ustuni, ayollarda $138,3 \pm 6,6/96,4 \pm 3,2$ mm simob ustunini tashkil etdi. Ushbu ko'rsatkichlar o'rta yoshdagi respondentlarda arterial bosimni muntazam nazorat qilish muhimligini ko'rsatadi. Biroq bir martalik o'lchovlar asosida gipertoniya tashxisini qo'yish mumkin emas.

Erkaklarda puls bosimi va yurak urish chastotasi ayollarga nisbatan yuqoriroq bo'lgan. Umuman olganda, tadqiqot natijalari o'rta yosh davrida antropometrik ko'rsatkichlar, ayniqsa tana massasi indeksi bilan yurak-qon tomir tizimi funksional ko'rsatkichlarini kompleks ravishda baholash zarurligini ko'rsatadi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda respondentlarning jinsi va yoshini alohida guruhlariga ajratish, bel aylanasi va bel-son nisbati kabi qo'shimcha antropometrik ko'rsatkichlarni kiritish, arterial qon bosimini takroriy o'lchash hamda BMI va yurak-qon tomir ko'rsatkichlari o'rtasidagi korrelyatsion munosabatlarni statistik jihatdan aniqlash tadqiqotning ilmiy qiymatini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] World Health Organization. Obesity and overweight. WHO Fact Sheet. 8 December 2025.
- [2] World Health Organization. Hypertension. WHO Fact Sheet. 25 September 2025.
- [3] McEvoy J.W., McCarthy C.P., Bruno R.M. et al. 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. *European Heart Journal*. 2024.
- [4] Kibret K.T., Strugnell C., Backholer K., Peeters A., Tegegne T.K., Nichols M. Life-course trajectories of body mass index and cardiovascular disease risks and health outcomes in adulthood: systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2024;25(4). DOI: 10.1111/obr.13695.
- [5] Heymsfield S.B., Wadden T.A. Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *New England Journal of Medicine*. 2017;376:254–266.
- [6] Powell-Wiley T.M., Poirier P., Burke L.E. et al. Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143–e1010.
- [7] World Health Organization. Noncommunicable diseases. WHO Fact Sheet. 2025.
- [8] European Society of Cardiology. 2024 ESC Guidelines for the Management of Elevated Blood Pressure and Hypertension. European Society of Cardiology; 2024.

LIMON (*CITRUS LIMON* L.) GENOTIPLARIDA BARG SUVINI SAQLASH QOBILIYATINING ELWL KO'RSATKICHI ASOSIDA BAHOLANISHI

To'lqinova Xadicha Shuxrat qizi

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti 111208, O'zbekiston, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-Yuz ko'chasi, 266-uy.
xadichatolqinova3592@icloud.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda limon (*Citrus limon* L.) genotiplarining barglarida suvni saqlash qobiliyati ELWL ko'rsatkichi asosida baholandi. Meyer, Toshkent F1, Tosh DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza, Turon va Yangi Toshkent genotiplari o'rganildi. Natijalarga ko'ra, olti soatlik kuzatuv yakunida eng past ELWL Meyer (33,89%) va Turon (38,20%) genotiplarida, eng yuqori ko'rsatkich esa Yangi Toshkentda (56,02%) qayd etildi. Meyer va Turon genotiplari barglarining suvni nisbatan yaxshi saqlashi, Yangi Toshkent genotipida esa suv yo'qotilishining yuqoriligi

aniqlandi. Olingan natijalar limon genotiplarining suv rejimi va stress sharoitlariga moslashuvchanligini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit soʻzlar: *Citrus limon L.*, limon genotiplari, barg, suv rejimi, suvni saqlash qobiliyati, ELWL, suv yoʻqotilishi, fiziologik koʻrsatkich.

Аннотация. В исследовании проведена оценка водоудерживающей способности листьев генотипов лимона (*Citrus limon L.*) на основе показателя ELWL. Изучены генотипы Мейер, Тошкент F1, Таш ДАУ 93, F2 Юбилейный, Медуза, Турон и Янги Тошкент. Через шесть часов наблюдения наиболее низкие значения ELWL отмечены у Мейера (33,89%) и Турона (38,20%), а наиболее высокое - у Янги Тошкент (56,02%). Установлено, что листья генотипов Мейер и Турон характеризуются сравнительно высокой способностью удерживать воду, тогда как Янги Тошкент отличается повышенной потерей воды. Полученные результаты имеют значение для оценки водного режима и адаптационного потенциала генотипов лимона в условиях стресса.

Ключевые слова: *Citrus limon L.*, генотипы лимона, лист, водный режим, водоудерживающая способность, ELWL, потеря воды, физиологические показатели.

Abstract. This study evaluated the leaf water-retention capacity of lemon (*Citrus limon L.*) genotypes based on the ELWL parameter. Meyer, Toshkent F1, Tosh DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza, Turon, and Yangi Toshkent genotypes were studied. After six hours, the lowest ELWL values were recorded in Meyer (33.89%) and Turon (38.20%), while the highest value was observed in Yangi Toshkent (56.02%). Meyer and Turon showed comparatively greater water-retention capacity, whereas Yangi Toshkent exhibited the highest water loss. These findings are relevant for assessing water relations and the adaptive potential of lemon genotypes under stress conditions.

Keywords: *Citrus limon L.*, lemon genotypes, leaf, water relations, water-retention capacity, ELWL, water loss, physiological indicators.

KIRISH

Sovuq koʻplab oʻsimlik turlarining geografik tarqalishi va vegetatsiya davrini cheklab, hosil miqdori va sifatining pasayishiga olib keladi [1]. Sovuqdan zararlanish oʻsimlik hujayralarida membranalar barqarorligining buzilishi, suv almashinuvining izdan chiqishi, toʻqimalarning suvsizlanishi, metabolik jarayonlarning sekinlashishi hamda oʻsishning cheklanishi bilan tavsiflanadi [2;3]. ELWL koʻrsatkichining yuqori boʻlishi barglarning suvni tez yoʻqotishini, past qiymati esa toʻqimalarning suvni yaxshi saqlash qobiliyatiga ega ekanligini bildiradi. Sovuqqa chidamli limon genotiplarida ELWL qiymatining nisbatan past boʻlishi hujayra membranalari, kutikula va ogʻizchalar faoliyatining yaxshiroq saqlanganligini koʻrsatishi mumkin [4;5].

TADQIQOT MATERIALI VA METODLARI

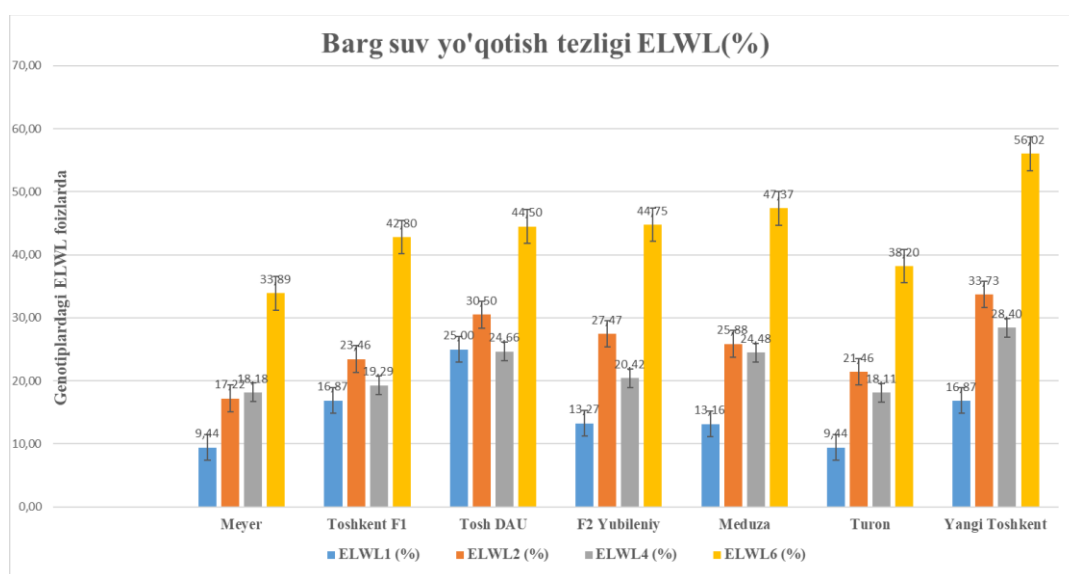
Tadqiqot obyekti sifatida limonning Meyer, Toshkent F1, Tosh DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza, Turon va Yangi Toshkent genotiplari tanlab olindi. Har bir oʻsimlikdan sogʻlom, toʻliq shakllangan barglar olindi. Barglarning yangi massasi, 2,4,6 soatdankeyingi massasi hamda quruq massasi aniqlanib, ELWL koʻrsatkichlari hisoblandi.

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI.

Kesib olingan barglarning suv yo‘qotish darajasi - ELWL barglarning suvni saqlash qobiliyatini tavsiflaydi. ELWL qiymatining past bo‘lishi barg suvni nisbatan yaxshi saqlashini, yuqori bo‘lishi esa suvning tez yo‘qotilishini bildiradi. Ushbu usul genotiplarning suvni saqlash xususiyatini taqqoslash uchun Clarke va McCaig tomonidan taklif etilgan; keyingi tadqiqotlarda 3–6 soatlik o‘lchovlar genotiplar o‘rtasidagi farqlarni aniqlashda samarali ekanligi ko‘rsatilgan [4;5].

ELWL ko‘rsatkichi kesib olingan barglarning vaqt davomida suv yo‘qotish darajasini tavsiflaydi. Ko‘rsatkichning past bo‘lishi barg to‘qimalarining suvni yaxshi saqlashini, yuqori bo‘lishi esa suv yo‘qotish jarayonining jadal kechishini bildiradi. Grafik natijalariga ko‘ra, limon genotiplari o‘rtasida ELWL qiymatlari kuzatuv davomiyligiga qarab sezilarli farq qilgan (1-diagramma).

1-diagramma

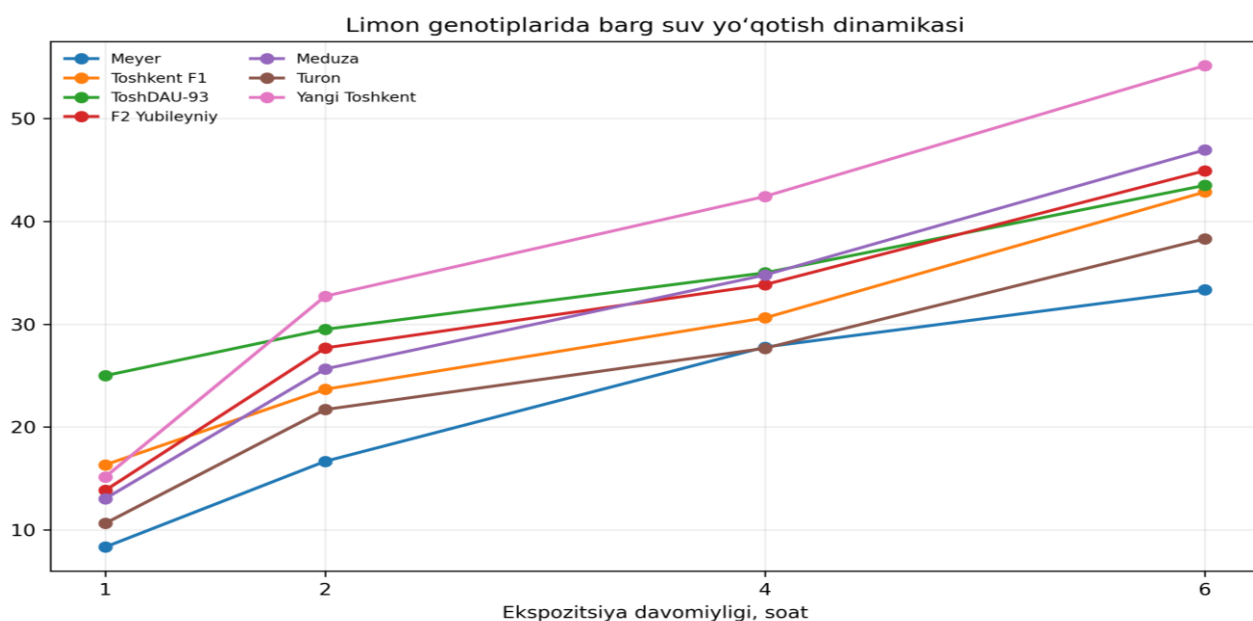


Birinchi soatda ELWL qiymatlari 9,44–25,00% oralig‘ida o‘zgardi. Eng past suv yo‘qotilishi Meyer va Turon genotiplarida kuzatilib, har ikkala variantda 9,44% ni tashkil etdi. Meduzada 13,16%, F2 Yubileyniyda 13,27%, Toshkent F1 va Yangi Toshkentda 16,87% suv yo‘qotildi. Dastlabki bosqichdagi eng yuqori ELWL ToshDAU genotipida - 25,00% qayd etildi. Bu natija Meyer va Turon barglari tajribaning dastlabki bosqichida suvni nisbatan yaxshi saqlaganini ko‘rsatadi.

Ikkinchi soatda barcha genotiplarda ELWL ko‘rsatkichlari oshib, 17,22–33,73% oralig‘ida bo‘ldi. Eng past qiymat Meyer navida - 17,22%, undan keyin Turonda - 21,46% va Toshkent F1 da - 23,46% kuzatildi. Meduza barglarida suv yo‘qotilishi 25,88%, F2 Yubileyniyda 27,47% va ToshDAUda 30,50% ni tashkil etdi. Eng yuqori ELWL Yangi Toshkent genotipida - 33,73% qayd etilib, ushbu bosqichda uning suvni saqlash qobiliyati nisbatan past bo‘lganini ko‘rsatdi (1-rasm).

To‘rtinchi soatda grafikda keltirilgan qiymatlar 18,11–28,40% oralig‘ida o‘zgardi. Eng past ko‘rsatkich Turonda - 18,11% va Meyerda - 18,18% qayd etildi. Toshkent F1 da ELWL 19,29%, F2 Yubileyniyda 20,42%, Meduzada 24,48% va ToshDAUda 24,66% ni tashkil etdi. Eng yuqori qiymat yana Yangi Toshkentda - 28,40% kuzatildi. Ushbu bosqichda ham Meyer va Turon suvni yaxshiroq saqlagan, Yangi Toshkent esa yuqori suv yo‘qotishi bilan tavsiflangan (1-jadval).

№	Genotiplar	FW (g)	W1 (g)	ELWL 1 (%)	W2 (g)	ELWL 2 (%)	W4 (g)	ELWL 4 (%)	W6 (g)	ELWL 6 (%)	DW (g)
		Mean	Mean		Mean		Mean		Mean		Mean
1	Meyer	0,57	0,54	9,44	0,51	17,22	0,47	18,18	0,45	33,89	0,21
2	Toshkent F1	0,79	0,71	16,87	0,674	23,46	0,64	19,29	0,58	42,80	0,30
3	Tosh DAU	0,58	0,48	25,00	0,462	30,50	0,44	24,66	0,406	44,50	0,18
4	F2 Yubileniy	1,05	0,96	13,27	0,87	27,47	0,83	20,42	0,758	44,75	0,40
5	Meduza	0,67	0,61	13,16	0,552	25,88	0,51	24,48	0,454	47,37	0,21
6	Turon	0,72	0,67	9,44	0,618	21,46	0,59	18,11	0,54	38,20	0,25
7	Yangi Toshkent	0,51	0,46	16,87	0,402	33,73	0,37	28,40	0,328	56,02	0,18



1-rasm

Oltinchi soatda genotiplar o'rtasidagi farqlar yanada yaqqol namoyon bo'ldi. Eng past ELWL Meyer navida - 33,89% qayd etildi. Turonda bu ko'rsatkich 38,20%,

Toshkent F1 da 42,80%, ToshDAUda 44,50% va F2 Yubileyniyda 44,75% ni tashkil etdi. Meduza genotipida barglar suvining 47,37% qismi yo'qotildi. Eng yuqori ELWL Yangi Toshkentda kuzatilib, 56,02% ni tashkil etdi. Yangi Toshkentning olti soatlik ELWL qiymati Meyerga nisbatan 22,13 foiz punktga yuqori bo'ldi.

Umuman olganda, kuzatuvning dastlabki va yakuniy bosqichlarida Meyer va Turon genotiplari ELWL qiymatlarining pastligi bilan ajralib turdi. Bu ularning barglari suvni nisbatan yaxshi saqlash qobiliyatiga ega ekanligini ko'rsatadi. Toshkent F1 o'rtacha natija namoyon etdi. ToshDAU, F2 Yubileyniy va Meduza genotiplarida suv yo'qotilishi nisbatan yuqori bo'ldi. Yangi Toshkent barcha uzoq muddatli o'lchovlarda yuqori ELWL ko'rsatib, suv yo'qotishga nisbatan sezgir genotip sifatida ajralib turdi (1-diagramma).

XULOSA

O'rganilgan limon (*Citrus limon L.*) genotiplari barglarining suvni saqlash qobiliyati ELWL ko'rsatkichi asosida baholanganda, genotiplar o'rtasida aniq farqlar mavjudligi aniqlandi. Kuzatuvning dastlabki bosqichida Meyer va Turon genotiplari eng past ELWL qiymatlarini namoyon qildi. Olti soatlik kuzatuv yakunida ham ushbu genotiplarda suv yo'qotilishi boshqa variantlarga nisbatan past bo'lib, mos ravishda 33,89 va 38,20% ni tashkil etdi. Bu holat mazkur genotiplar barglarining suvni nisbatan samarali ushlab turish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatadi. Toshkent F1 genotipida yakuniy ELWL 42,80% bo'lib, o'rganilgan variantlar orasida oraliq ko'rsatkich qayd etildi. Tosh DAU 93 va F2 Yubileyniy genotiplarida suv yo'qotilishi mos ravishda 44,50 va 44,75% ni tashkil etdi. Meduza genotipida esa 6 soatdan keyingi ELWL 47,37% ga yetdi. Eng yuqori suv yo'qotilishi Yangi Toshkent genotipida kuzatilib, 56,02% ni tashkil etdi. Bu genotip barglarining eksplantatsiyadan keyingi suv yo'qotishga nisbatan yuqori sezgirlikni ko'rsatadi. Umuman, 6 soatlik kuzatuv natijalariga ko'ra genotiplarning suvni saqlash qobiliyati ELWL qiymatining ortib borishi bo'yicha Meyer, Turon, Toshkent F1, Tosh DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza va Yangi Toshkent genotiplari bilan farqlandi. ELWL qiymatining pastligi barglarning suvni ko'proq saqlab qolishi bilan bog'liq bo'lib, ushbu ko'rsatkich limon genotiplarining suv rejimi va suv tanqisligiga moslashuvchanligini fiziologik jihatdan tavsiflashda foydalanish mumkin bo'lgan muhim parametr hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Thomashow MF. Plant cold acclimation, freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.* 1999;50:571–599.
- [2] Petruccelli R., Bartolini G., Ganino T., Zelasco S., Lombardo L., Perri E., Durante M., Bernardi R. Cold stress, freezing adaptation and varietal susceptibility of *Olea europaea L.*: A review // *Plants.* – 2022. – Vol. 11, No. 10. – Article 1367.
- [3] Białoskórska M., Rucińska A., Boczkowska M. Molecular mechanisms underlying freezing tolerance in plants: Implications for cryopreservation // *International Journal of Molecular Sciences.* – 2024. – Vol. 25, No. 18. – Article 10110.
- [4] Clarke J.M., McCaig T.N. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes. *Canadian Journal of Plant Science.* 1982. Vol. 62, No. 3. P. 571–578.
- [5] McCaig T.N., Romagosa I. Measurement and use of excised-leaf water status in wheat // *Crop Science.* – 1989. – Vol. 29, No. 5. – P. 1140–1145.

CITRUS LIMON L. GENOTIPLARIDA NISBIY SUV SAQLASH QOBILIYATI VA UMUMIY SUV MIQDORI KO'RSATKICHLARINING TAHLILI

To'lqinova Xadicha Shuxrat qizi

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti 111208, O'zbekiston, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-Yuz ko'chasi, 266-uy.

xadichatolqinova3592@icloud.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda limon (*Citrus limon L.*) navlarida barglarning nisbiy suv saqlash qobiliyati (RWC) va umumiy suv miqdori (TWC) ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tadqiqotda Meyer, Toshkent F1, Tosh DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza, Turon va Yangi Toshkent genotiplari o'rganildi.

Olingan natijalar genotiplar orasida suv rejimi ko'rsatkichlari bo'yicha farqlar mavjudligini ko'rsatdi. Eng yuqori RWC ko'rsatkichi Turon navida, eng yuqori TWC ko'rsatkichi esa F2 Yubileyniy navida qayd etildi. Natijalar limon navlarining suv bilan ta'minlanganlik darajasi va stress sharoitlariga moslashuvchanligini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: *Citrus limon L., RWC, TWC, barg, suv rejimi, fiziologik ko'rsatkich.*

Аннотация. *В настоящей работе проведён анализ показателей относительного водного содержания (RWC) и общего содержания воды (TWC) в листьях различных генотипов лимона (Citrus limon L.). В исследовании изучены генотипы Мейер, Тошкент F1, Таш ДАУ 93, F2 Юбилейный, Медуза, Турон ва Янги Тошкент. Полученные результаты показали наличие межгенотиповых различий по показателям водного статуса листьев. Наиболее высокое значение RWC было отмечено у сорта Турон, тогда как максимальное значение TWC зарегистрировано у генотипа F2 Yubileyniy. Выявленные различия характеризуют особенности водного режима исследованных генотипов и могут иметь важное значение при оценке степени их водообеспеченности и адаптационного потенциала в условиях воздействия стрессовых факторов.*

Ключевые слова: *Citrus limon L., относительное водное содержание, RWC, общее содержание воды, TWC, листья, водный режим, физиологические показатели, стрессоустойчивость.*

Abstract. *This study analyzed the relative water content (RWC) and total water content (TWC) of leaves in different lemon (Citrus limon L.) genotypes. The study included the genotypes Meyer, Tashkent F1, Tash DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza, Turon, and Yangi Tashkent. The obtained results revealed differences among the studied genotypes in terms of leaf water status. The highest RWC value was recorded in the Turon genotype, whereas the highest TWC value was observed in F2 Yubileyniy. These differences characterize the variation in water status among the studied lemon genotypes and may be of importance for assessing their water availability and adaptive potential under stress conditions.*

Keywords: *Citrus limon L., relative water content, RWC, total water content, TWC, leaf, water status, physiological indicators, stress tolerance.*

KIRISH

Limon (*Citrus limon L.*) muhim subtropik mevali o'simliklardan biri bo'lib, uning o'sishi va mahsuldorligi tashqi muhit omillariga, ayniqsa suv bilan ta'minlanganlik darajasiga bevosita bog'liq. O'simlik barglaridagi suv miqdori va suvni ushlab turish qobiliyati navlarning fiziologik holatini baholashda muhim ko'rsatkich hisoblanadi [1,2]. Nisbiy suv saqlash qobiliyati (RWC) barg to'qimalarining suv bilan ta'minlanganlik darajasini ifodalaydi va o'simliklarning suv tanqisligi sharoitidagi fiziologik holatini baholashda muhim indikator sifatida qo'llaniladi. Umumiy suv miqdori (TWC) esa barg to'qimasida mavjud bo'lgan umumiy suv ulushini ko'rsatadi [3,4].

TADQIQOT MATERIALI VA METODLARI

Tadqiqot obyekti sifatida limonning Meyer, Tashkent F1, Tash DAU 93, F2 Yubileyniy, Meduza, Turon va Yangi Tashkent genotiplari tanlab olindi. Har bir o'simlikdan sog'lom, to'liq

shakllangan barglar olindi. Barglarning yangi massasi, suvga to'yintirilgandan keyingi massasi hamda quruq massasi aniqlanib, RWC va TWC ko'rsatkichlari hisoblandi.

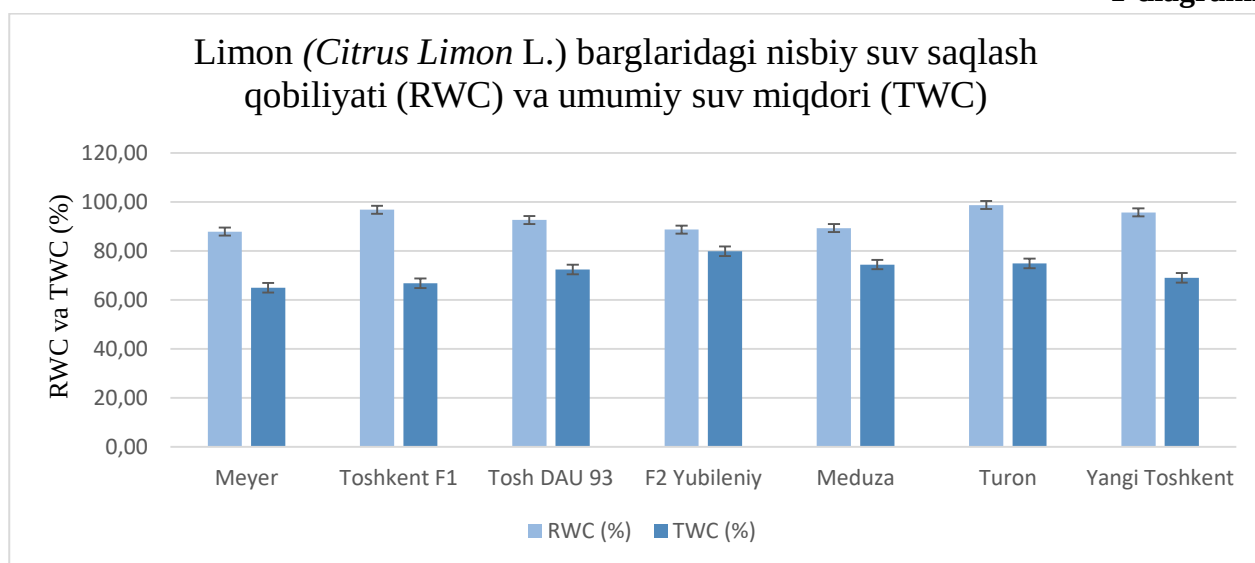
Barglarning nisbiy suv saqlash qobiliyati RWC (Relative Water Content) Barrs va Weatherley (1962) usuli asosida formula orqali hisoblandi [2]. Barglardagi umumiy suv miqdori TWC (Total Water Content) bargning yangi va quruq massalari farqi asosida formula orqali aniqlandi [3,4]:

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

RWC ko'rsatkichi barg to'qimalarining nisbiy suv bilan ta'minlanganlik darajasini ifodalaydi va o'simliklarning suv tanqisligi sharoitidagi fiziologik holatini baholashda muhim indikator sifatida qo'llaniladi [1,2].

Limon (*Citrus limon* L.) navlarida nisbiy suv saqlash qobiliyati (RWC) va umumiy suv miqdori (TWC) ko'rsatkichlari tahlili shuni ko'rsatdiki, o'rganilgan genotiplar orasida suv rejimi bo'yicha sezilarli farqlar mavjud. (1-diagramma)

1-diagramma



Tahlil natijalariga ko'ra, eng yuqori RWC ko'rsatkichi Turon navida - 98,71% qayd etilgan. Shuningdek, Toshkent F₁ navida 96,79%, Yangi Toshkent navida 95,70% va Tosh DAU 93 navida 92,61% natijalar kuzatilgan. Bu navlarda barg hujayralarining suv bilan ta'minlanganlik darajasi yuqori bo'lib, ularning suvni ushlab turish qobiliyati nisbatan kuchli ekanligini ko'rsatadi.

Eng past RWC ko'rsatkichi Meyer navida - 87,85% **bo'lgan**. F₂ Yubileyniy - 88,67% **va** Meduza - 89,30% navlarida ham RWC nisbatan pastroq ko'rsatkichga ega. Bu esa mazkur navlarda barg to'qimalarining suvni saqlash qobiliyati yuqori RWC ko'rsatkichiga ega navlarga nisbatan sustroq ekanligini bildiradi.

TWC ko'rsatkichi bo'yicha esa eng yuqori natija F₂ Yubileyniy navida - 79,85% qayd etilgan. Bundan keyingi yuqori ko'rsatkichlar Turon - 74,84%, Meduza - 74,42% **va** Tosh DAU 93 - 72,44% navlarida kuzatilgan. Bu navlarda barg to'qimalaridagi umumiy suv miqdori yuqoriroq bo'lib, vegetativ organlarda suv zaxirasi nisbatan yaxshi shakllanganligini ko'rsatadi.

Eng past TWC ko'rsatkichi Meyer navida - 64,97%, shuningdek Toshkent F₁ navida - 66,79% **va** Yangi Toshkent navida - 68,99% aniqlangan. Qiziqarli jihati shundaki, ayrim navlarda RWC yuqori bo'lsa-da, TWC nisbatan pastroq bo'lgan. Masalan, Toshkent F₁ **va** Yangi Toshkent navlarida RWC yuqori, ammo TWC o'rtacha darajada. Bu holat ularning barg to'qimalari mavjud suvni

samarali ushlab turishini, lekin umumiy suv miqdori boshqa navlarga nisbatan kamroq bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Turon, Toshkent F₁ va Yangi Toshkent navlari yuqori RWC ko'rsatkichlari bilan ajralib turdi, bu ularning suvni saqlash qobiliyati yuqori ekanligini bildiradi. F₂ Yubileyniy navi esa TWC bo'yicha eng yuqori natijani ko'rsatib, barg to'qimalarida umumiy suv miqdori yuqoriligi bilan ajralib turdi. Shunday qilib, limon navlari orasida suv almashinuvi ko'rsatkichlari turlicha namoyon bo'lib, bu ularning stress sharoitlariga moslashuvchanlik darajasini baholashda muhim ahamiyatga ega.

RWC bo'yicha Turon navi, TWC bo'yicha esa F₂ Yubileyniy navi yuqori ko'rsatkichga ega bo'ldi. Bu natijalar ushbu navlarning suv rejimi jihatidan istiqbolli ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, yuqori RWC ko'rsatkichiga ega navlar suv tanqisligi sharoitida barg hujayralarining turgor holatini saqlab qolish xususiyati bilan ajralib turishi mumkin.

XULOSA

O'rganilgan *Citrus limon* L. genotiplari barglarining suv rejimi ko'rsatkichlari bo'yicha sezilarli farqlar mavjudligi aniqlandi. RWC ko'rsatkichi bo'yicha eng yuqori natija Turon genotipida (98,71%) qayd etilib, undan keyin Toshkent F₁ (96,79%), Yangi Toshkent (95,70%) va Tosh DAU 93 (92,61%) genotiplari yuqori ko'rsatkichlarni namoyon etdi. Eng past RWC Meyer (87,85%) genotipida kuzatildi. TWC ko'rsatkichi bo'yicha esa eng yuqori qiymat F₂ Yubileyniy genotipida (79,85%) qayd etildi. Turon (74,84%), Meduza (74,42%) va Tosh DAU 93 (72,44%) genotiplari ham nisbatan yuqori TWC ko'rsatkichlariga ega bo'ldi. Eng past TWC Meyer (64,97%) genotipida aniqlandi. Turon genotipi yuqori RWC ko'rsatkichi bilan, F₂ Yubileyniy esa yuqori TWC qiymati bilan ajralib turdi. Olingan natijalar limon genotiplari o'rtasida suv bilan ta'minlanganlik va suvni saqlash xususiyatlari bo'yicha fiziologik farqlar mavjudligini ko'rsatadi. RWC va TWC ko'rsatkichlarining birgalikdagi tahlili genotiplarning suv rejimini tavsiflash hamda ularning suv tanqisligi sharoitlariga moslashuvchanlik xususiyatlarini baholashda muhim fiziologik mezon bo'lib xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Turner, N. C. (1981). *Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status*. Plant and Soil, 58, 339-366.
- [2] Barrs, H. D., & Weatherley, P. E. (1962). *A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves*. Australian Journal of Biological Sciences, 15, 413-428.
- [3] Boyer JS, James RA, Munns R, Condon AG, Passioura JB. 2008. Osmotic adjustment may lead to anomalously low estimates of relative water content in wheat and barley. Functional Plant Biology 35, 1172-1182. doi: 10.1071/FP08157
- [4] Weatherley PE. 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. I. The field measurement of water deficits in leaves. New Phytologist 49, 81-97.

YOSH SPORTCHI BOLALARDA HARAKATLANISH VAQTIDA GEMATOLOGIK PARAMETRLARNI ANIQLASH

Raximov G‘ulom

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Samarqand kampusi rakhimovgulom@gmail.com

tel:93-333-41-60

Annotatsiya. Sport turlaridan baydarka va kanoeda eshkak eshuvchilar bilan shug‘ullanadigan sportchilarda odam organizmida gematologik xususiyatlarini tashislash usulini ishlab chiqish. Bundan tashqari ushbu maqolada kanoechilar va baydarkachilarni o‘rganishdan foydalangan holda, ushbu maqolada stressli kardiomyopatiya belgilari bo‘lgan sportchilarda standart elektrokardiogrammalar, ekokardiografiya va miokard shikastlanishining biokimyoviy belgilaridagi o‘zgarishlarni o‘rganish natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Patologik transformatsiya, baydarkachi va kanoechilar, stressli kardiomyopatiya, elektrokardiogrammalar, ekokardiografiya va miokard, biokimyoviy belgilar, yurak urish tezligining o‘zgaruvchanligi.

Abstract. Development of a method for timely diagnosis of pathological transformation of the heart in athletes involved in cyclic sports, including rowers and canoeists. In addition, using the study of rowers and canoeists, this article presents the results of a study of changes in standard electrocardiograms, echocardiography and biochemical markers of myocardial damage in athletes with signs of stress cardiomyopathy.

Keywords: Pathological transformation, rowers and canoeists, stress cardiomyopathy, electrocardiograms, echocardiography and myocardium, biochemical markers, heart rate variability.

Аннотация. Разработка метода своевременной диагностики патологической трансформации сердца у спортсменов циклических видов спорта, в том числе гребцов на каноэ. Кроме того, в данной статье представлены результаты исследования изменений стандартных электрокардиограмм, эхокардиографии и биохимических маркеров повреждения миокарда у спортсменов с признаками стрессовой кардиомиопатии, проведенного на примере гребцов на каноэ.

Ключевые слова: Патологическая трансформация, гребцы на каноэ, стрессовая кардиомиопатия, электрокардиограммы, эхокардиография и миокард, биохимические маркеры, вариабельность сердечного ритма.

KIRISH

Yuqori samarali sport turlari yurakning moslashuvchan o‘zgarishlarini o‘z ichiga oladi [2]. Sportchilarda sport mashg‘ulotlari paytida, mashg‘ulot jarayonining oqilona tuzilishi bilan, yurak mushaklarining o‘zgarishi fiziologik yo‘nalishga ega bo‘lib, adaptiv zaxira qobiliyatlarini yaratishni o‘z ichiga oladi [6]. Suv sporti, velosport, ot sporti, golf, tennis, regbi kabi sport turida qatnashish yurak chiniqishiga misol bo‘la oladi [6]. Sportning boshqa turlari

bilan shug'ullanadigan sportchilarda, mashg'ulot jarayonining boshlanishi bilan, yurak kasalligi mavjud sportchilar fiziologik yo'nalishga ega bo'lib, moslashuvchan jismoniy mashqlarini tiklanishini o'z ichiga oladi [1].

Uzoq muddatli mashg'ulotlar va raqobatbardosh yuklarning ta'siri ostida sportchining tanasida funksional qayta qurish sodir bo'ladi. Bu tayanch-harakat tizimini qayta qurishda juda seziladi. Mushaklar faoliyatini cheklovchi asosiy omil yurak-qon tomir tizimining (YQTT) funksional holatidir [5, 6]. Aniqlanishicha yurak-qon tomir tizimining (YQTT) funksional holati mushaklarning ishlashida asosiy cheklovchi omil hisoblanadi. Buning sababi shundaki, sportchining harakat talab qilinadigan sport turida funksional xolangiopankreati (hazm a'zolarida tosh zarrachalarining to'planishi)ga ta'sir qiladi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili (Literature review). D. Corrado va boshqalarga ko'ra. [3], sportchilarda to'satdan o'lim holatlari yiliga 100 000 sportchiga erkaklarda 2,6 va ayollarda 1,1 ni tashkil etadi, bu aholi soniga nisbatan 2,4 marta yuqori ($p < 0,0001$). Sportda to'satdan o'limni bashorat qilishning qiyinligi shundaki, halok bo'lganlarning aksariyati (taxminan 80% hollarda), fojidan oldingi tekshiruvlarga ko'ra, o'lim arafasida shikoyat qilmagan va oilada to'satdan o'lim xavfi yuqori bo'lmagan. Aksariyat hollarda (93%) biz to'satdan yurak o'limi haqida gapiramiz [3].

Bundan tashqari, to'satdan yurak o'limi holatlarining yarmidan ko'pi sportchining hayoti davomida aniqlanishi mumkin [3]. Bunday holatlarning taxminan 26% miyokardning muvozanatsiz gipertrofiyasi bilan bog'liq. [3]. B. J. Maron va boshqalarga ko'ra. [4, 7, 8], sportchilarda dd gipertrofiyasi – chap qorincha devori qalinligi 13 mm dan ortiq, simmetrik, chiqish yo'lini buzmasdan, sportni to'xtatgandan keyin teskari rivojlanish ehtimoli bo'lgan miokard gipertrofiyasi. Xorij olimlari G. F. Lang va A. G. Dembo [2], shuningdek, B. J. Maron va boshqalar. [5,6] fiziologik atletik yurak va gipertrofik kardiyomiyopatiya o'rtasida miyokard morfologiyasidagi o'zgarishlar bilan bog'liq patologiya sifatida "kulrang zona" deb ataladigan tushuncha mavjud, bu miyokard massasining chegara qiymatlarini, maxsus o'tish holatini o'z ichiga oladi, bu esa muvozanatsiz miyokard gipertrofiyasining oxirgi holatlariga taalluqlidir.

TADQIQOT METODOLOGIYASI (RESEARCH METHODOLOGY)

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, jismoniy mashqlar paytida yurakning umumiy hajmi (dam olish gipertrofiyasi), jismoniy ish hajmi, VO2 maks, qonning daqiqalik hajmi (MBV), maksimal VO2 maks. (MOC) va insult hajmini (SV) o'rtasidagi kuchli bog'liqlik mavjud [8]. Shuningdek, sportchining malakasi qanchalik yuqori bo'lsa, yurakning umumiy hajmi (dam olish gipertrofiyasi), maksimal VO2 maks (MOC) va insult hajmi (SV) o'rtasidagi bog'liqlik shunchalik muhim bo'ladi [1,4].

Bundan tashqari, sportchining siklik sport turlari bo'yicha malakasi qanchalik yuqori bo'lsa maksimal VO2 bo'lganda yurak uruvchanlik hajmi ham oshadi [10]. Insult hajmining shakllanishida aylanma qon hajmi, miokard qisqarishi, arterial bosim (BP), qon tomir qarshiligi, izovolemik (juda qisqa) qisqarish vaqti, izovolemik (izometrik) qisqarish davri ham deb nomlanib bo'nda qorinchalar sistolasi boshlanish vaqtida qorinchalarda bosim tezda ko'tariladi va AV klapanlar yopiladi (PEP) va (diastolik yurak etishmovchiligi) chap qorincha ejeksiyon vaqti (VET) katta ahamiyatga ega bo'ladi [6].

Muntazam uzoq muddatli sport mashg'ulotlari yurak massasining ko'payishiga olib

keladi, bu chap qorincha diastolik so'nggi hajmining (EDV), interventrikulyar septumning (yurakning qorinchalarini ajratib turuvchi devorining qalinlashishi), sabablari, belgilari, diagnostikasi va davolash usullarini qo'llashga olib keladi. Bu gipertrofiyasi va chap qorincha orqa devorining oshishi bilan birga keladi [10].

Mushak yuklarining ortishi kapillyarlarning soni va hajmining oshishi bilan skelet va yurak mushaklarida kapillyar proliferatsiyani (yallig'lanishi) keltirib chiqaradi, bu kapillyar qon oqimining, aylanma qon hajmining va kislorod yetkazib berishning (DO2) oshishiga olib keladi [4].

Yurak-qon tomir tizimidagi gematologik va fiziologik o'zgarishlar sport turiga, mashg'ulotlarning intensivligi va hajmiga, sport tajribasiga, jinsiga, yoshiga, irsiy omillarga va tana hajmiga bog'liqdir [4]. Tana hajmidagi o'zgarishlarni yumshatish uchun yurak-qon tomir tizimining mutlaq parametrlarini (SV, IOC, EDV, DO2) bo'yi, vazni va jinsi asosida hisoblangan tana sirtining maydoni bilan indeksalash odatiy holdir. Shundan so'ng SV insult indeksiga (SI), IOC – yurak indeksiga (CI), EDO – ichki diastolik indeksiga (EDI) va DO2 – kislorod yetkazib berish indeksiga (DO2I) aylanadi. Haddan tashqari yuk ko'plab a'zolar va tizimlarning ishida normadan ortiq kuchlanishni keltirib chiqaradi, natijada neyroendokrin tartibga solishni buzadi va birinchi navbatda yurak-qon tomir tizimida patologik o'zgarishlarning rivojlanishiga yordam beradi [2,5].

Stressli kardiyomiyopatiya uchun asosiy diagnostika usuli EKG tekshiruvdir. Miyokard infarkti tashxisini qo'yishda 1984 yilda A. G. Dembo tomonidan taklif qilingan yondashuv qo'llaniladi [1], unga ko'ra ushbu patologiyaning tashxisi repolyarizatsiya jarayonlarining buzilishining og'irligi va EKGda ritm va o'tkazuvchanlik buzilishlarining paydo bo'lishi bilan belgilanadi, bu esa midistrofik jarayon yurak muskuli (miokard)ning yallig'lanmasdan, balki moddalar almashinuvi buzilishining rivojlanishini ko'rsatadi. R va S to'lqinlari kuchlanishining o'zgarishi, malakali sportchilarda T to'lqinining inversiyasi ko'rinishidagi patologik EKG namunasi ham organik patologiyaga, ham "sportchi yuragi" ning fiziologik qayta tuzilishiga hamroh bo'lishi mumkin, bu esa mashg'ulot yuklarini cheklashni talab qilmaydi [1]. Ushbu o'zgarishlar, qoida tariqasida, ishlashning pasayishi bilan birga keladi.

Skrining usuli sifatida EKG sportchilarda yurak-qon tomir patologiyasini erta aniqlash imkoniyatini oshiradi, bu esa to'satdan yurak o'limiga olib kelishi mumkin. Zamonaviy EKG talqini patologiyani ko'rsatadigan g'ayritabiiy EKG natijalariga nisbatan sportchilardagi normal fiziologik adaptiv o'zgarishlarning o'ziga xos xususiyatlarini tan oladi. Ma'lumki, hozirgi vaqtda sport shifokorlari tomonidan EKGda QRST kompleksining terminal qismidagi o'zgarishlar shaklida qo'llaniladigan "sportchi yuragi" ning patologik transformatsiyasi mezonlari o'ziga xos emas [11] (1- jadval).

1-jadval

Sog'lom holatdagi talabalar uchun EKG ko'rsatkichlari

Kursatkichlar	Olingan natijalar
Yurak urushuning pasayishi- bradikardiyasi	Pul's ≥ 30 zarba

Aritmiyaning pasayishi	–
Yurak ritmining buzilishi	–
Haydovchi yurak ritmining o'zgarishi	–
Birinchi darajali AB blokadasi	PR-oraliq > 200 ms
II-darajali AB-blokadasi	Mobitz тип I (Венкебаха)
To'liq bo'lmagan RBBB	–
QRS ning himoya qilingan variantlari LVH mezoni sifatida o'zgaradi, chap atriya kuchlanish, chap o'qning og'ishi, ST segmentining tushkunligi, T to'liqining inversiyasi yoki Q to'liqini patologiyasi mavjud bo'lgan variantlar bundan mustasno	–
Boshlang'ich qorinchaning gepolarizatsiya sindromi	ST balandligi, J nuqtasi balandligi J-to'liq yoki QRS terminali
ST segmentlari asosiy chiziqdan yuqoriga ko'tarilgan xolati, konveks ("gumbaz shaklidagi"), V1-V4 o'tkazgichlarda T to'liqining inversiyasi bilan birlashtirilgan.	–

TAHLIL VA NATIJALAR (ANALYSIS AND RESULTS)

1-jadvalda keltirilgan ko'rsatkichlar sportchilarning kasbiy tayyorgarligi bilan bog'liq umumiy ko'rsatkichlar, shuningdek, muntazam jismoniy mashqlar uchun fiziologik moslashuv natijasida yuzaga keladigan EKG o'zgarishlari. Ularni aniqlashning keyingi taktikasi sportchilarni kuzatishdir. Sietl mezonlari, shuningdek, miyokarddagi patologik o'zgarishlarni ko'rsatadigan sportchilarda EKG ko'rsatkichlarini aniqlashni ham nazarda tutadi (2-jadval) [11]. 2-jadvalda keltirilgan EKG ko'rsatkichlari jismoniy faoliyatga fiziologik moslashish holatini ko'rsatmaydi; EKGda ularning aniqlanishi yurak-qon tomir patologiyasi mavjudligini ko'rsatishi mumkin. Aniqlangan EKG o'zgarishlari qo'shimcha diagnostik baholashni talab qiladi.

QRS kompleksi yoki qorincha kompleksi qorinchalarning depolarizatsiyasini aks ettiradi. Q to'liqining boshidan S to'liqining boshigacha bo'lgan davomiyligi 0,1 s dan oshmaydi va ko'pincha u 0,06 yoki 0,08 s ga teng. Qorinchalar kompleksining birinchi pastga to'liqini Q harfi bilan belgilanadi. U har doim salbiy bo'lib, R to'liqidan oldin keladi. Q to'liqini eng kam doimiy, ko'pincha yo'q, bu patologik emas. Uning davomiyligi 0,03 soniyadan oshmaydi. I va II standart o'tkazgichlarda uning chuqurligi mos keladigan R

to'qlinining kattaligining 15% dan oshmasligi kerak. Standart qo'rg'oshin III da u R to'qlinining kattaligining 25% gacha bo'lishi mumkin. O'ng ko'krak o'simtalarida Q to'qlini yo'q, V4 da u kichik, V5 va V6 da biroz kattaroq.

Sportchilarda Q to'qlinidagi patologik o'zgarishlar chap va o'ng qorinchalarning gipertrofiyasi yoki ortiqcha yuklanishi bilan kuzatiladi. Gipertrofik kardiomiopatiyalik sportchilarda patologik Q to'qlinlari 32-42% hollarda qayd etiladi [7]. Ushbu sportchilar guruhidagi patologik Q to'qlinlari kengayish sifatida qayd etiladi. Q to'qlinining > 40 ms dan kamida ikkita kabelda, III va AVR yo'llaridan tashqari. Q to'qlinining > 40 ms kengayishi gipertrofik kardiomiopatiyaning 13% holatlarida aniqlanadi [7]. Biroq, miokard distrofiyasi diffuz yoki fokal bo'lishi mumkin, shuning uchun ikkinchi holatda EKG o'zgarishlari bo'lmasligi mumkin Q to'qlinining > 40 ms dan kamida ikkita kabelda, III va AVR yo'llaridan tashqari. Q to'qlinining > 40 ms kengayishi gipertrofik kardiomiopatiyaning 13% holatlarida aniqlanadi [7]. Biroq, miokard distrofiyasi diffuz yoki fokal bo'lishi mumkin, shuning uchun ikkinchi holatda EKG o'zgarishlari bo'lmasligi mumkin. Binobarin, EKG diagnostikasining asosiy kamchiligi shundaki, u EKGda fokal o'zgarishlar aniqlanmaguncha stressli kardiomiopatiyani erta aniqlashga imkon bermaydi. Shuning uchun, EKG o'zgarishlari bo'lmaganda va ishlash qobiliyati buzilmaganda, ya'ni kasallikning preklinik bosqichida miokard distrofiyasining rivojlanishini ko'rsatadigan turli informatsion mezonlarni izlash oqlanadi.

O'rganish kanoeda eshkak eshish va baydarka bo'yicha kasaba uyushmalarining Mozir sport maktabida o'tkazildi. Mashg'ulotlar jarayoniga tayyorgarlik davrida Samarqand viloyati "Dinamo" jamiyatining kanoeda eshkak eshish va baydarkada eshkak eshish bo'yicha terma jamoasi a'zolari bo'lgan 18 yoshdan 33 yoshgacha bo'lgan 24 nafar (o'rtacha yoshi $23,4 \pm 1,6$ yosh) sportchilar, shu jumladan, xalqaro toifadagi sport ustasi malakasiga ega bo'lgan 19 erkak va 5 nafar ayol, 17 dan 17 yoshgacha bo'lgan faxriy sport ustalari o'rtasida so'rov o'tkazildi. Yil va eshkak eshish bo'yicha 7 yildan kam sport tajribasiga ega bo'lgan 3 nafar sport ustasi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Stressli kardiomiopatiya belgilari bo'lgan kanoechilar va baydarkachilarda vegetativ va metabolik kasalliklar jismoniy faoliyatning pasayishi bilan birga keladi. Tekshiruv Q-to'qlinining kengligi va chuqurligini o'lchash, ekokardiografiya va dinamik yurak tezligi o'zgaruvchanligini o'rganish bilan 12 qo'rg'oshinli elektrokardiogrammani (EKG) o'z ichiga oladi. Miyokard shikastlanishining markerlarini aniqlash uchun biokimyoviy usullar qo'llanildi: umumiy kreatin fosfokinaz va CPK-MB fraktsiyasi. Karbamid va laktat dehidrogenaza darajasi ham o'lchandi. To'liq qon miqdori (eritrotsitlar, gemoglobin, ESR) ham baholandi. Quyidagi parametrlar tahlil qilindi: yurak tezligi (HR), P, QRS va T amplitudalari; PR oralig'i, QRS davomiyligi va QT oralig'i; P to'qlinining o'lchami va shakli; ST segmentining tushkunligi va T to'qlinining inversiyasi; va Q to'qlinining kengligi va chuqurligi hisoblangan. Sportchining jismoniy ko'rsatkichlarni baholash vositasi sifatida sportchilarning musobaqalardagi ko'rsatkichlari ishlatilgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Olingan ma'lumotlar sport kardiologiyasida qo'llaniladigan tadqiqotlar doirasini

kengaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari bu ma'lumotlar 5.5 dasturiy paketlari yordamida statistik qayta ishlandi. Takroriy miqdoriy o'lchovlarni tahlil qilishda olingan natijalardagi farqlarning ahamiyati juftlashtirilgan Student t-testi yordamida baholandi; Mustaqil namunalar orasidagi miqdoriy parametrlardagi farqlar Student t-testi yordamida aniqlandi. Farqlar $p < 0.05$ da statistik ahamiyatga ega deb hisoblandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Corrado D., Biffi A., Basso C. 12-Lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. Br. J. Sports. Med. 2013; 43: 669-676.
- [2] Drezner J. A. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of cardiomyopathy. Br. J. Sports. Med. 2013; 47: 137-152.
- [3] Drezner J. A. Electrocardiographic interpretation in athletes: the «Seattle Criteria». Br. J. Sports. Med. 2013; 47: 122-124.
- [4] Maron B. J., Doerer J. J., Haas T. S. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. Circulation 2009; 119: 1085-1092.
- [5] Vella C. A., Robergs R. A. A review of the stroke volume response to upright exercise in healthy subjects. Br. J. Sports. Med. 2005; 39: 190-195.
- Williams E. S., Owens D. S., Drezner J. A. Electrocardiogram interpretation in the athlete. Herzschriltmacherther Elektrophysiol 2012; 23: 65-71. Каллаур Е.Г., Маринич В.В., Шантарович В.В., 2014.
- [6] Raximov G.Y. Yuqori malakali sportchilarda yurak-qon tomir tizimining funktsional holatining fiziologik mezonlari; baydarka va kanoeda eshkak eshish misolida. O'zMU xabarlari 6/1-son Toshkent-2023, 78-84 b.
- [7] Saydaliyevna R.Z., Komilova F. Yurak va uning fiziologiyasi. Eurasian jurnal of medical and natural sciences. Innovative Academy Research Support Center UIF Volume 4 Issue 1, January 2024 ISSN 2181-287X. 246-251.

O'ZBEKISTON JANUBIDA YETISHTIRILGAN SABZAVOT LOVIYASINING URUG' MAHSULDORLIGI

Aramov Muzafar Xoshimovich¹

Yo'ldoshev Ma'rufjon Shuxrat o'g'li²

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, professori, q.x.f.d.,¹

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti tayanch-doktoranti²

e-mail: marufjonyuldoshev7710@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada sabzavot loviyasining (*Phaseolus vulgaris L.*) kelib chiqishi va tarqalishi, xo'jalikdagi ahamiyati, kimyoviy tarkibi hamda ozuqaviy qiymati to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan. Alohida e'tibor O'zbekiston janubining qurg'oqchil iqlim sharoitida sabzavot loviyasining urug' mahsuldorligini o'rganish va uni oshirishga xizmat qiluvchi samarali agrotexnik tadbirlarni ishlab chiqishga qaratilgan va ilmiy tadqiqotlar natijalari yoritilgan. Tadqiqotlarning asosiy natijalari bayon etilgan hamda tavsiya etilgan agrotexnik tadbirlarning samaradorligiga baho berilgan.

Kalit soʻzlar: Sabzavot loviyasi, Ravot navi, Mahsuldor navi, urugʻ, urugʻ mahsuldorligi, hosildorlik.

Аннотация. В статье представлены сведения о происхождении и распространении овощной фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), её хозяйственном значении, химическом составе и пищевой ценности. Особое внимание уделено результатам исследований, проводимых на юге Узбекистана в условиях засушливой климатической зоны, направленных на изучение семенной продуктивности овощной фасоли и разработку эффективных агротехнических приёмов, обеспечивающих её повышение. Представлены основные результаты исследований и дана оценка эффективности предложенных агротехнических мероприятий.

Ключевые слова: овощная фасоль, сорт «Равот», сорт «Махсуддор», семена, семенная продуктивность, урожайность.

Abstract. This article presents information on the origin and distribution of vegetable bean (*Phaseolus vulgaris* L.), its economic importance, chemical composition, and nutritional value. Particular attention is given to the results of studies conducted in the southern region of Uzbekistan under arid climatic conditions to evaluate the seed productivity of vegetable bean and to develop effective agronomic practices for improving seed yield. The main research findings are presented, and the effectiveness of the proposed agronomic measures is discussed.

Keywords: vegetable bean, Ravot cultivar, Mahsuldor cultivar, seeds, seed productivity, yield.

KIRISH

Sabzavot loviyasi vatani Peru hisoblanadi. Yevropaga loviya Kolumb tomonidan Amerikaga qilgan ikkinchi sayohati vaqtida olib kelingan boʻlib, u yerdan Rossiyaga XVII—XVIII asrlarda keltirilgan va uzoq vaqt davomida fransuz dukkagi nomi bilan atalgan. Dastlabki yillarda loviya manzarali ekin sifatida yetishtirilgan va keyinchalik sabzavot ekini sifatida yetishtirilgan. Respublikamizda esa loviya qadimdan yetishtirib kelinadi.

Har yili dunyo boʻyicha 130 mln.ga maydonda sabzavot loviyasi yetishtiriladi. Eng koʻp sabzavot loviyasini yetishtiradigan davlatlar Hindiston, Meksika, Xitoy va AQSh hisoblanadi. Sabzavot loviyasi Osiyo davlatlari orasida asosan Ukraina, Moldova va Kavkazda yetishtiriladi. Portugaliya, Bolgariya va Ruminiya kabi davlatlarda loviya katta hajmda va faqat eksport uchun yetishtiriladi. Sabzavot loviyasini yetishtirishning afzalliklariga qaramasdan, u hali ham Markaziy Osiyo davlatlarida keng tarqalmagan. Biroq, ekinning ahamiyatiga koʻra, kelajakda uning sanoat miqyosida rivojlanish salohiyatiga shubha yoʻq.

Sabzavot loviyasi ozuqaviylik xususiyatiga koʻra, boshqa oziq-ovqat ekinlari orasida eng yuqori oʻrinlardan birini egallaydi. Amalda sabzavot loviyasi urugʻi (quruq don sifatida), shuningdek, pishmagan dukkaklari va urugʻlari (koʻk sabzavot sifatida) isteʼmol qilinadi. Loviya toʻyimli, lazzeatli oziq-ovqat ekinidir. Uning urugʻi va pishmagan dukkaklari konserva sanoatida ishlatiladi. Urugʻi tez pishadi, yaxshi hazm boʻladi. Sabzavot loviyasi yoki oddiy loviya inson isteʼmoli uchun eng muhim dukkakli hamda sabzavot oʻsimliklardan biridir. Toʻla pishmagan dukkaklari tarkibida 18% oqsil, 2% qand, 22 mg/100 gr da A va C vitaminlari boʻladi. Donning tarkibida 20-31% oqsil, 0,7-3,6% moy, 50-60% kraxmal, 2,3-37,1% toʻqima, 3,1-4,8% kul moddasi mavjud. Bu ekin mazaliligi va oziq-ovqatlik qimmatlari jihatidan boshqa

ekinlardan ustun turadi. Mamlakatimizda loviyaning yirik va mayda urug‘li turlari ekiladi, hosildorligi 1,5-2,0 t/ga bo‘ladi.

Hozirda bu ekinning morfobiologik xususiyatlari, yetishtirishning dolzarbligi va ahamiyatini inobatga olgan holda Sabzavot-poliz ekinlari va kartoshkachilik ilmiy-tadqiqot instituti Surxondaryo ilmiy-tajriba stantsiyasida O‘zbekiston janubida sabzavot loviyasi nav namunalari to‘plamini morfologik, xo‘jalik qimmatli belgilari bo‘yicha baholash va shu asosda istiqbolli navlarni ajratish va ularni turli mavsumlarda maqbul ekish muddatlari va oziqlanish maydonini aniqlash, yuqori va sifatli urug‘ yetishtirishda maqbul ekish muddatlari va mavsumlarini aniqlash maqsadida tadqiqotlar olib bormoqdamiz.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot obyekti bo‘lib Samarqand qishloq xo‘jaligi instituti seleksiyasiga mansub 2 ta, Belarus Respublikasi va Rossiya Federatsiyasining yetakchi seleksiya kompaniyalaridan olib kelingan 15 ta va o‘zimizning mahalliy 13 ta nav namunalari to‘plami, sabzavot loviyasining O‘zbekiston hududida ekishga tavsiya etilgan qishloq xo‘jaligi ekinlari Davlat reystriga 2012 yilda kiritilgan Ravot navi va 2018 yilda kiritilgan Mahsuldor navlari o‘simliklari, dukkaklari, urug‘lari, poyalari xizmat qildi.

Tajribalar quyidagi uslub va uslubiy ko‘rsatmalar asosida olib borildi:

- методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте (М., ВНИИССОК, 1987. Част 1);

- руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов (М., «Колос», 1982);

- методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (М., 1975. Част 4);

- методика полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985).

Tadqiqot natijalarining statistik tahlili «Excel 2010» va «Statistica 7.0 for Windows» kompyuter dasturlarida 0,95% ishonchlik oralig‘i bilan B.A.Dospexovning “Методика полевого опыта” uslubi bo‘yicha amalga oshiriladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

2025-yil bahorgi muddatda o‘tkazilgan tajribada sabzavot loviyasining “Mahsuldor” navi urug‘lik o‘simliklarining rivojlanishi, morfobiologik ko‘rsatkichlari va hosildorligiga turli ekish sxemalarining ta’siri o‘rganildi. Tadqiqotda 60x5 sm, 60x10 sm (nazorat) va 60x15 sm ekish sxemalari qo‘llanildi.

Tajriba natijalariga ko‘ra, barcha variantlarda urug‘lar 2025-yil 1-aprel kuni ekildi. Ko‘chatlarning dastlabki unib chiqishi 8-aprel, yoppasiga unib chiqishi esa 9-aprel kunlariga to‘g‘ri keldi. O‘simliklarning gullash bosqichi 4-mayda boshlanib, 7-mayda yoppasiga gullash holati kuzatildi. Texnik (dumbul) pishish fazasi dastlab 13-mayda, yoppasiga esa 17-mayda qayd etildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ekish sxemalariga qarab fenologik bosqichlarning boshlanish muddatlarida sezilarli farqlar kuzatilmadi, bu esa navning biologik barqarorligi bilan izohlanadi.

Rivojlanish davrlarining davomiyligini tahlil qilish natijasida barcha variantlarda ekishdan unib chiqishgacha bo‘lgan davr 7 kunni tashkil etdi. Dastlabki unib chiqishdan dastlabki gullashgacha bo‘lgan davr 27 kun davom etdi. Gullashdan dastlabki texnik pishishgacha 9 kun, texnik pishishdan biologik pishishgacha bo‘lgan davr esa 27 kunni tashkil etdi. Ushbu ko‘rsatkichlar ekish sxemalari

oʻrtasida deyarli bir xil boʻlib, ekish zichligi rivojlanish davrlarining davomiyligiga sezilarli taʼsir koʻrsatmaganini koʻrsatdi.

1-jadval.

Sabzavot loviyasi “Mahsuldor” navi urugʻlik oʻsimliklari dukkagining morfologik tavsifi

Ekish muddati	dukkak uzunligi, sm	dukkak eni, sm	urugʻlarning rangi	dukkak rangi	dukkak shakli	bitta dukkak vazni, gr	nazoratga nisbatan %
1	8,3	0,9	ola chipor binafsha	sariq	qilichsimon	2,3	121
2 (nazorat)	8,5	1,1	ola chipor binafsha	sariq	qilichsimon	2	100
3	9,1	1,1	ola chipor binafsha	sariq	qilichsimon	2,5	131

1* - Birinchi urugʻ mahsuldorligini aniqlashda ekish sxemasi (60x5 sm).

2* - Ikkinchi urugʻ mahsuldorligini aniqlashda ekish sxemasi (60x10(nazorat) sm).

3* - Uchinchi urugʻ mahsuldorligini aniqlashda ekish sxemasi (60x15 sm).

Urugʻlik oʻsimliklarning morfobiologik va mahsuldorlik elementlarini tahlil qilish natijalariga koʻra, oʻsimlik balandligi barcha variantlarda 28,6–30,0 sm oraligʻida boʻldi. 60x5 sm ekish sxemasida bitta oʻsimlikdan olingan urugʻlar vazni 8,6 g ni tashkil etib, nazorat variantiga nisbatan 130 % ga yuqori boʻldi. Nazorat variantida ushbu koʻrsatkich 6,6 g, 60x15 sm sxemada esa 5,8 g ni tashkil etdi. Bitta oʻsimlikdan olingan dukkaklar soni va urugʻlar soni boʻyicha ham eng yuqori natijalar 60x5 sm ekish sxemasida qayd etildi. 1000 dona urugʻ vazni esa ekish sxemasi kengaygani sari ortib, 60x15 sm sxemada eng yuqori koʻrsatkich — 506 g ni tashkil etdi, biroq bu holat umumiy urugʻ hosildorligining oshishiga olib kelmadi.

Dukkaklarning morfologik tavsifiga koʻra, dukkak uzunligi 8,3–9,1 sm, eni esa 0,9–1,1 sm oraligʻida boʻldi. Eng uzun va ogʻir dukkaklar 60x15 sm ekish sxemasida kuzatildi. Barcha variantlarda dukkak shakli qilichsimon, dukkak rangi sariq, urugʻlar rangi esa ola chipor binafsha boʻlib, bu belgilar navga xos barqaror morfologik xususiyatlar ekanligi aniqlandi.

2-jadval

Sabzavot loviyasi “Mahsuldor” nav namunalarining hosildorlik koʻrsatkichlari, 2025-yil

Ekish muddati	Dukkak massasi, kg/m ²	Urugʻ massasi, kg/m ²	Hosildorlik, t/ga
1	0,34	0,23	2,3
2 (nazorat)	0,19	0,11	1,1
3	0,11	0,07	0,7

Hosildorlik koʻrsatkichlari tahlili shuni koʻrsatdiki, eng yuqori urugʻ hosildorligi 60x5 sm ekish sxemasida qayd etilib, u 2,3 t/ga ni tashkil etdi. Nazorat variantida hosildorlik 1,1 t/ga, 60x15

sm ekish sxemasida esa 0,7 t/ga bo'ldi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, urug'lik mahsuldorligini oshirishda o'simliklar zich joylashtirilgan 60x5 sm ekish sxemasi eng maqbul variant hisoblanadi.

XULOSA

Sabzavot loviyasi uchun istiqbolli navlarni tanlash jarayoni kompleks bo'lib, quyidagi mezonlar asosida amalga oshiriladi: hosildorlik, fenologik pishish davri, morfobiologik belgilari, kasallik va stress omillarga chidamlilik, bozor va urug' sifati. Janubiy O'zbekiston sharoitida ushbu mezonlarga javob beradigan navlar tanlanadi, ular seleksiya, yetishtirish va sanoat ekinlari uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Shu yo'l bilan yuqori hosildor, sifatli va barqaror loviya navlarini ishlab chiqish mumkin.

Sabzavot loviyasini asosiy ekin sifatida ekish uchun maqbul muddat 20-mart hisoblanadi. Takroriy ekin sifatida esa 1-avgust va 10-avgust muddatlari yuqori hosildorlik beradi. 20-avgustdan keyingi muddatlarda hosil miqdori va sifati keskin kamayadi. Tadqiqot natijalari janubiy O'zbekiston sharoitida sabzavot loviyasi yetishtirish texnologiyasini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Sabzavot loviyasi ekish sxemasi hosildorlik va o'sish fazasini belgilovchi muhim agrotexnik omil hisoblanadi. Sabzavot loviyasining urug'lik mahsuldorligini oshirish uchun bahorgi ekish muddatida o'simliklar zich joylashtirilgan 60x5 sm ekish sxemasi eng samarali va maqbul variant ekanligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Бобовые: горох, фасоль, боб, чечевица, соя / сост. Т.Е. Лущиц. – М.: Книж. дом, 2001. – 80-85 с.
- [2] Болезни фасоли //Атлас болезней сельскохозяйственных культур / Й. Станчева. – София; М., 2003. – 86-89 с.
- [3] Ведров, Н.Г. Селекция и семеноводство полевых культур: учеб.пособие / Н.Г. Ведров. – Красноярск: Изд-во КГАУ, 2008. – 300 с.
- [4] Гарнова, Н.Ю. Разработка методики определения аминокислот с помощью метода бумажнойхроматографии в белках животного и растительного происхождения / Н.В. Головина, Д.А. Доброхотов, А.А.Филиппова// HealthandEducationMillennium. – 2018. –Vol. 2, No 6.–С. 98 –101.
- [5] Дюкова, Н.Н.,. Перспективный исходный материал для селекции люцерны (Medicago L.) в Северном Зауралье /А.С. Харалгин, О.С. Харалгина // «АгроЭкоИнфо». 2018. № 4. [Электронный ресурс]. URL:[http://agroecoinfo.narod.ru/journal/ STATYI/2018/4/st 441.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/4/st441.doc).

O'ZBEKISTON HUDUDIDA TARQALGAN STAPHYLINIDAE OILASI VAKILLARINING FAUNISTIK VA EKOLOGIK XUSUSIYATLARI

Sunnatullayev Azizbek Sunnatillo o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Samarqand kampusi Tabiiy va muhandislik fanlari kafedrası
assistent o'qituvchisi

e-mail: 107.azizbek.sunnatullayev@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur ish O'zbekiston hududida uchraydigan Staphylinidae oilasi vakillarining faunistik tarkibi va ekologik xususiyatlarini umumlashtirishga bag'ishlangan. Stafilinidlar Coleoptera turkumining ekologik jihatdan xilma-xil guruhlaridan biri bo'lib, turli tabiiy zonalar va mikrobiotoplarga moslashganligi bilan ajralib turadi. O'zbekiston hududining cho'l va adir zonalaridan tortib tog'oldi hamda baland tog' ekotizimlarigacha bo'lgan keng ekologik gradientga ega ekanligi mazkur guruh vakillarining xilma-xil ekologik shakllarini uchratish imkonini beradi. Tadqiqotda Palaearktika faunasi bo'yicha fundamental ma'lumotlar, zamonaviy taksonomik qarashlar va Markaziy Osiyo faunasiga oid yangi ma'lumotlar umumlashtirildi. Staphylinidae vakillarining tarqalishi biotopning namlik darajasi, tuproq va o'simlik qoplami, organik substratlarning mavjudligi hamda balandlik mintaqalanishi bilan chambarchas bog'liqligi qayd etildi. Tog' ekotizimlari oilaning faunistik tarkibini o'rganish, areali tor va ekologik jihatdan ixtisoslashgan taksonlarni aniqlash uchun istiqbolli hudud sifatida baholandi.

Kalit so'zlar: Staphylinidae, Coleoptera, stafilinidlar, faunistik tarkib, ekologiya, biotop, tog' ekotizimlari, taksonomiya, O'zbekiston, Markaziy Osiyo.

Abstract: This study is dedicated to summarizing the faunistic composition and ecological characteristics of the Staphylinidae family representatives found in Uzbekistan. Staphylinids, or rove beetles, are one of the most ecologically diverse groups within the order Coleoptera, distinguished by their adaptation to various natural zones and microbiotopes. The wide ecological gradient of Uzbekistan's territory, ranging from desert and adyr zones to foothill and high-mountain ecosystems, allows for the presence of diverse ecological forms of this group's representatives. The research synthesizes fundamental data on the Palearctic fauna, modern taxonomic perspectives, and new information on the fauna of Central Asia. It is noted that the distribution of Staphylinidae is closely linked to a biotope's moisture level, soil and vegetation cover, the availability of organic substrates, and altitudinal zonation. Mountain ecosystems were identified as promising areas for studying the faunistic composition of the family, as well as for identifying taxa with a narrow range and ecological specialization.

Keywords: Staphylinidae, Coleoptera, staphylinids, faunistic composition, ecology, biotope, mountain ecosystems, taxonomy, Uzbekistan, Central Asia.

KIRISH

Staphylinidae Latreille, 1802 oilasi qo'ng'izlar orasida morfologik va ekologik xilma-xilligi yuqori bo'lgan guruhlardan biridir. Ularning asosiy o'ziga xos belgilaridan biri elytralarning qisqarganligi va qorin qismining nisbatan erkin harakatlana olishidir. Mazkur tuzilish xususiyatlari turli mikrobiotoplardan foydalanish va yashash muhitining o'ziga xos sharoitlariga moslashish imkoniyatlarini kengaytirgan.

Staflinidlarning ekologik tarqalishi bir xil emas. Ayrim turlar tuproq yuzasi va o'simlik to'shamasida, boshqalari chirindi, chirigan yog'och, nam organik substratlar yoki suv havzalariga yaqin biotoplarda uchraydi. Ko'plab vakillar yirtqich hayot kechirib, mayda umurtqasizlar sonini tabiiy ravishda tartibga solishda ishtirok etadi. Shu sababli ular biotsenozlarning trofik tuzilishida muhim komponentlardan biri sifatida qaraladi. Palaeartika hududining Staphylinidae faunasiga oid sistematik ma'lumotlarni umumlashtirishda fundamental kataloglar muhim manba bo'lib xizmat qiladi. Xususan, Palaeartika koleopterofaunasining 2004-yilda nashr etilgan katalogida Staphylinidae oilasining o'sha davrdagi taksonomik tarkibi va geografik tarqalishiga oid ma'lumotlar tizimlashtirilgan [1]. Keyingi yillarda yangi taksonlarning tavsiflanishi, sinonimlarning qayta ko'rib chiqilishi va ayrim guruhlarining filogenetik munosabatlariga aniqlik kiritilishi natijasida oilaning sistematik qarashlari yanada takomillashdi [2–5]. O'zbekiston hududi Staphylinidae faunasini o'rganish uchun alohida qiziqish uyg'otadi. Mamlakatning tabiiy-geografik sharoitlari sezilarli darajada farqlanadi. Quruq cho'l va adir hududlaridan namroq tog' vodiylari, daraxtzorlar va baland tog' o'tloqlarigacha bo'lgan biotoplarning mavjudligi ekologik jihatdan turli guruhlarining shakllanishiga imkon beradi.

Ayniqsa, G'arbiy Tyanshan va Hisor-Oloy tog' tizimlari hududlari balandlik bo'yicha keskin ekologik gradientga ega. Balandlikning ortishi bilan harorat, namlik, tuproq xususiyatlari va o'simlik qoplamining o'zgarishi hasharotlarning, jumladan staflinidlarning tur tarkibi va zichligiga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli tog' hududlarini Staphylinidae faunasining xilma-xilligini o'rganishda muhim tabiiy laboratoriya sifatida qarash mumkin.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotda Staphylinidae oilasiga oid ilmiy adabiyotlar, Palaeartika koleopterofaunasi kataloglari, mintaqaviy faunistik ma'lumotlar va zamonaviy taksonomik tadqiqotlardan foydalanildi. Taksonlarning nomenklaturaviy holatini baholashda tarixiy va zamonaviy ma'lumotlar o'zaro taqqoslandi. Faunistik tadqiqotlarni tashkil etishda turli ekologik sharoitlarni qamrab olish muhim hisoblanadi. Namuna olish joylari tog' oldi, tog' yonbag'irlari, daraxtzorlar, o'tloqlar, soy va buloqlar atrofi, toshloq hududlar hamda o'simlik qoldiqlari to'planadigan mikrobiotoplardan tanlanishi mumkin.

Staphylinidae vakillarini aniqlashda tashqi morfologik belgilar, zarur hollarda genital apparat tuzilishi va boshqa diagnostik belgilar hisobga olinadi. Zamonaviy tadqiqotlarda morfologik aniqlashni molekulyar ma'lumotlar bilan to'ldirish taksonomik jihatdan murakkab guruhlarda ishonchlilikni oshirishi ko'rsatilgan [3, 4].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Staphylinidae vakillarining O'zbekiston hududidagi tarqalishi tabiiy sharoitlarning xilma-xilligi bilan bevosita bog'liq. Turli biotoplarning mavjudligi bir hudud doirasida ham ekologik jihatdan farqlanuvchi turlar majmuasining shakllanishiga olib keladi. Ayniqsa, tuproqning namligi va organik moddalarga boyligi, o'simlik qoplamining zichligi hamda mikroiqlim sharoitlari staflinidlarning uchrash ehtimolini belgilovchi muhim omillar hisoblanadi. O'simlik to'shamasi va chirindi qatlamida yashovchi vakillar uchun organik moddalarning to'planishi va namlikning nisbatan barqaror bo'lishi muhim ekologik omil hisoblanadi. Bunday sharoitlarda nafaqat oziqa resurslari, balki turli mayda umurtqasiz organizmlar ham ko'proq uchrashi mumkin. Natijada yirtqich staflinidlar uchun qulay trofik sharoit shakllanadi. Tog' ekotizimlarida esa vaziyat yanada

murakkablashadi. Balandlik bo'yicha o'simlik qoplamining almashinuvi, harorat va namlikning o'zgarishi tur tarkibining ham bosqichma-bosqich almashinishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu jihatdan bir tog' tizmasining turli balandlik mintaqalarida uchraydigan Staphylinidae komplekslarini alohida o'rganish turlarning ekologik chegaralarini aniqlash imkonini beradi.

Markaziy Osiyo hududida Quedius guruhiga oid tadqiqotlarning kengayishi mintaqaning stafilinidlar faunasida hali aniqlashtirilishi zarur bo'lgan masalalar mavjudligini ko'rsatadi [6]. Ayrim tog'li hududlarning yetarli darajada tadqiq qilinmaganligi yangi faunistik qaydlar aniqlanishi ehtimolini oshiradi. Staphylinidae sistematikasidagi zamonaviy o'zgarishlar ham O'zbekiston faunasini qayta ko'rib chiqish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Ilgari bitta avlod doirasida qaralgan ayrim guruhlarining filogenetik jihatdan mustaqil liniyalarga ajratilishi turlarni aniqlashda faqat eski katalog ma'lumotlariga tayanish yetarli emasligini ko'rsatadi [3–5].

Bunday vaziyatda tarixiy ma'lumotlar ilmiy qiymatini yo'qotmaydi. Aksincha, 2004-yilgi Palaearktika katalogi va keyingi taksonomik ishlardagi ma'lumotlarni taqqoslash orqali nomenklaturaviy o'zgarishlar, sinonimlar va turlarning tarixiy tarqalish areallarini aniqlash mumkin. Shu asosda O'zbekiston hududidan avval qayd etilgan taksonlarning zamonaviy sistematik holatini qayta baholash imkoniyati paydo bo'ladi.

Stafilinidlarning ekologik ahamiyati ham alohida e'tiborga loyiq. Yirtqich vakillarning boshqa mayda umurtqasizlar bilan oziqlanishi ularning biotsenozdagi tabiiy biologik nazorat jarayonlarida ishtirok etishiga sharoit yaratadi. Shu bilan birga, ayrim turlarning ma'lum substrat va mikroiklim sharoitlariga bog'liqligi ularni ekologik monitoring uchun istiqbolli guruhlardan biriga aylantirishi mumkin. O'zbekistonning tog'li hududlarida ushbu oilani o'rganishda geografik koordinatalar bilan bir qatorda balandlik, harorat, namlik, o'simlik qoplami va substrat xususiyatlarini qayd etish maqsadga muvofiq. Bunday ma'lumotlar keyinchalik turlarning ekologik nishalarini modellashtirish va ularning geografik tarqalishini GIS asosida tahlil qilish imkonini beradi.

XULOSA

O'zbekiston hududidagi Staphylinidae oilasi vakillari turli ekologik sharoitlarga moslashgan, faunistik va ekologik jihatdan murakkab guruhni tashkil etadi. Ularning tarqalishida biotopning namligi, o'simlik qoplami, organik substratlar, tuproq xususiyatlari va balandlik mintaqalanishi muhim ahamiyatga ega. Palaearktika faunasining fundamental kataloglari O'zbekiston Staphylinidae faunasini tarixiy nuqtayi nazardan baholash uchun muhim asos yaratadi. Biroq keyingi yillarda taksonomik va filogenetik qarashlarning o'zgarishi mavjud ma'lumotlarni zamonaviy konsepsiyalar asosida qayta ko'rib chiqishni talab etadi.

O'zbekistonning tog' ekotizimlari, xususan G'arbiy Tyanshan va Hisor-Oloy hududlari Staphylinidae xilma-xilligini o'rganish uchun istiqbolli yo'nalishlardan hisoblanadi. Kelgusida morfologik identifikatsiya, molekulyar-barkodlash, standartlashtirilgan dala kuzatuvlari va GIS texnologiyalarini birlashtirish ushbu guruhning O'zbekiston faunasidagi haqiqiy xilma-xilligini aniqlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Löbl I., Smetana A. (eds.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 2: Hydrophiloidea–Histeroidea–Staphylinoidea. Apollo Books, Stenstrup, 2004.

- [2] Schülke M., Smetana A. Staphylinidae Latreille, 1802. In: Löbl I., Löbl D. (eds.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 2. Revised and Updated Edition. Brill, Leiden–Boston, 2015.
- [3] Brunke A.J., Hansen A.K., Salnitska M. et al. The limits of Quediini at last (Staphylinidae: Staphylininae): a rove beetle mega-radiation resolved by comprehensive sampling and anchored phylogenomics. *Systematic Entomology*. 2021, 46: 396–421.
- [4] Salnitska M., Solodovnikov A. New species and records of *Quedius* rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae, Staphylininae) from Middle Asia. *European Journal of Taxonomy*. 2022, 823: 141–157.
- [5] Hansen A.K., Brunke A., Simonsen T.J., Solodovnikov A. Revision of *Quedius sensu stricto* (Coleoptera: Staphylinidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*. 2022, 62.
- [6] Salnitska M., Solodovnikov A. DNA barcode sheds light on species boundaries in the common morphologically variable rove beetle *Quedius umbrinus*-complex. *Systematics and Biodiversity*.
- [7] Smetana A., Brunke A.J. Contribution to the knowledge of the genus *Quedius* Stephens, 1829 (Coleoptera: Staphylinidae: Quediini). *Studies and Reports, Taxonomical Series*. 2021.
- [8] Shavrin A.V., Smetana A. *Anthobiomorphus*, a new genus of Anthophagini Thomson, 1859 (Coleoptera: Staphylinidae: Omaliinae). *Zootaxa*. 2020.

DEGREE OF SIMILARITY AND ECOLOGICAL RELATIONSHIPS OF THE ICHTHYOFAUNA IN THE UPPER, MIDDLE AND LOWER REACHES OF THE KASHKADARYA RIVER

Ubaydullayev Otabek Khayrullo o'g'li

Independent researcher, Karshi State University
Assistant, University of Economics and Pedagogy

Annotation. *The study examines fish fauna similarity among three reaches of the Kashkadarya River. About 300 specimens were analyzed. Species composition was assessed using the Jaccard index, while density relationships were evaluated using Pearson's correlation coefficient. The highest similarity occurred between the middle and lower reaches ($J=0.78$), moderate similarity between the upper and middle reaches ($J=0.41$), and the lowest between the upper and lower reaches ($J=0.23$). Correlation analysis revealed a strong positive relationship between the middle and lower reaches ($r=0.74$) and a negative relationship between the upper and lower reaches ($r=-0.54$).*

Keywords: *Kashkadarya River, ichthyofauna, fish species, upper reach, middle reach, lower reach, Jaccard index, Pearson correlation, population density, fish diversity.*

Аннотация В статье изучено пространственное сходство ихтиофауны верхнего, среднего и нижнего течений реки Кашкадарья, а также взаимосвязи между показателями популяций. В исследовании проанализировано около 300 образцов рыб; сходство видового состава оценивали с использованием индекса Жаккара, а взаимосвязь показателей плотности популяций — коэффициента корреляции Пирсона. Наибольшее сходство установлено между средним и нижним течениями ($J=0,78$), среднее — между верхним и средним ($J=0,41$), наименьшее — между верхним и нижним ($J=0,23$). Корреляционный анализ выявил сильную

положительную связь между средним и нижним течениями ($r=0,74$) и умеренную отрицательную связь между верхним и нижним течениями ($r=-0,54$).

Ключевые слова: река Кашкадарья, ихтиофауна, виды рыб, верхнее течение, среднее течение, нижнее течение, индекс Жаккара, корреляция Пирсона, плотность популяции, разнообразие рыб.

Annotatsiya Maqolada Qashqadaryo daryosining yuqori, oʻrta va quyi oqimlarida baliq faunasining hududiy oʻxshashligi hamda populyatsiyalar koʻrsatkichlari oʻrtasidagi bogʻliqlik oʻrganildi. Tadqiqotda 300 ga yaqin baliq namunasi tahlil qilinib, turlar tarkibining oʻxshashligi Jakkard indeksi, populyatsiya zichligi koʻrsatkichlari oʻrtasidagi bogʻliqlik esa Pearson korrelyatsiya koeffitsienti yordamida baholandi. Oʻrta va quyi oqimlar eng yuqori oʻxshashlikni ($J=0,78$), yuqori va oʻrta oqimlar oʻrtacha ($J=0,41$), yuqori va quyi oqimlar eng past ($J=0,23$) koʻrsatdi. Pearson tahlilida oʻrta va quyi oqimlar oʻrtasida kuchli musbat ($r=0,74$), yuqori va quyi oqimlar oʻrtasida oʻrtacha manfiy ($r=-0,54$) bogʻliqlik aniqlandi.

Kalit soʻzlar: Qashqadaryo daryosi, ixtiofauna, baliq turlari, yuqori oqim, oʻrta oqim, quyi oqim, Jakkard indeksi, Pearson korrelyatsiyasi, populyatsiya zichligi, baliq xilma-xilligi.

KIRISH

Qashqadaryo daryosi Oʻzbekistonning janubiy hududlaridagi eng yirik suv havzalaridan biri boʻlib, Amudaryo havzasining muhim tarkibiy qismini tashkil etadi. Daryo togʻli hududlardan boshlanib, tekislik zonalarini orqali oqib oʻtishi natijasida uning gidrologik, gidrokimyoviy va ekologik sharoitlari boʻylama yoʻnalishda sezilarli darajada oʻzgarib boradi. Ushbu ekologik gradient daryo ixtiofaunasining tarkibi, turlar xilma-xilligi va populyatsiyalar zichligiga bevosita taʼsir koʻrsatadi [1].

Biotoplarning tur tarkibi boʻyicha oʻxshashlik darajasini baholashda Jakkard oʻxshashlik indeksi ekologik va biogeografik tadqiqotlarda keng qoʻllaniladigan usullardan biri hisoblanadi. Ushbu indeks ikki biotopda uchraydigan umumiy turlar sonining ikkala hududdagi jami turlar soniga nisbati asosida hisoblanadi va 0 dan 1 gacha qiymat qabul qiladi [2; 4; 5]. Shu bilan birga, turlar populyatsiyasining zichligi boʻyicha olingan variatsion qatorlar oʻrtasidagi bogʻliqlikni aniqlashda Pearson korrelyatsiya koeffitsienti samarali statistik vosita boʻlib xizmat qiladi. Ushbu ikki usulning birgalikda qoʻllanilishi biotoplarning ham sifat (tur tarkibi), ham miqdoriy (populyatsiya zichligi) jihatdan oʻxshashlik darajasini har tomonlama baholash imkonini beradi [3].

Markaziy Osiyo daryolari ixtiofaunasi soʻnggi oʻn yilliklar davomida antropogen omillarning kuchayishi natijasida sezilarli oʻzgarishlarga uchramoqda. Irrigation inshootlarining qurilishi, suv resurslaridan xoʻjalik maqsadlarida foydalanish, qishloq xoʻjaligi faoliyati va invaziv turlarning kirib kelishi daryo ekotizimlarining tabiiy holatiga jiddiy taʼsir koʻrsatmoqda.

MATERIALLAR VA USULLAR

Ixtiologik materiallarni toʻplashda turli xil baliq ovlash vositalari ishlatildi. Suv omboridan baliq ovlashda katakchalari 15-70 mm lik, uzunligi 25-50 m boʻlgan toʻrlar, tortma toʻrlar; mayda baliqchalarni ovlash uchun kichik katakchali sachoklar; daryolardan baliq ovlashda tortma toʻrlar va qarmoqlardan foydalanildi. Bundan tashqari baliqchilar tomonidan tutilgan baliq naʼmunalari ham tahlil qilindi. [6; 7].

Manba sifatida 300 ga yaqin namunalar ustida tekshirishlar olib borildi. Baliqlarning morfometrik parametrlarini aniqlash dala sharoitlarida, ov ahamiyatiga ega bo'lmagan mayda baliqlarni esa 4% li formalin eritmasida fiksatsiyalangandan keyin laboratoriya sharoitida umum qabul qilingan usullar asosida amalga oshirildi. [8].

Qashqadaryo daryosining turli biotoplarida uchraydigan baliq turlarining tur tarkibi o'rtasidagi o'xshashlik darajasini aniqlash maqsadida Jakkard o'xshashlik indeksi qo'llanildi. Mazkur indeks ekologik va biogeografik tadqiqotlarda tur tarkibini qiyosiy baholashning eng keng tarqalgan usullaridan biri bo'lib, ikki biotop yoki hududda uchraydigan turlar sonining umumiy turlar soniga nisbati asosida hisoblanadi.

Tahlil uchun har bir biotopda aniqlangan baliq turlarining ro'yxati tuzildi. Har bir turning mavjudligi 1, mavjud emasligi esa 0 ko'rinishida kodlanib, binar ma'lumotlar matritsasi shakllantirildi. Mazkur matritsa asosida biotoplar juftligi o'rtasidagi o'xshashlik Jakkard formulasi yordamida hisoblandi.

Jakkard indeksi quyidagi formula asosida aniqlandi:

$$J = \frac{a+b+c}{a} \quad (1)$$

bu yerda:

J – Jakkard o'xshashlik indeksi;

a – har ikkala biotop uchun umumiy bo'lgan baliq turlari soni;

b – faqat birinchi biotopda uchragan turlar soni;

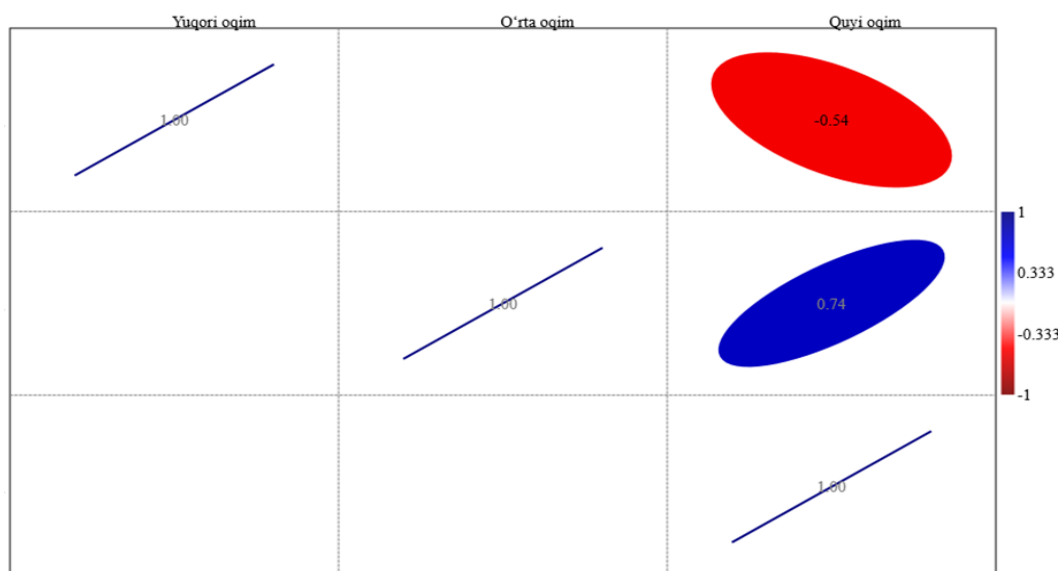
c – faqat ikkinchi biotopda uchragan turlar soni.

Biotoplarning alfa xilma-xilligi bo'yicha o'xshashligi turlar populyatsiyasining zichligi asosida tuzilgan variatsion qatorlar o'rtasidagi Pearson korrelyatsiya koeffitsienti orqali topildi.

$$\rho_{X,Y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (2)$$

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Korrelyatsiya tahlili natijalari yuqori, o'rta va quyi oqim ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlik darajasini aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalarga ko'ra, o'rta oqim va quyi oqim ko'rsatkichlari o'rtasida kuchli musbat korrelyatsiya mavjud bo'lib, korrelyatsiya koeffitsiyenti $r = 0,74$ ni tashkil etdi. Mazkur natija ushbu ikki gidrologik zona o'rtasida o'zaro yaqin bog'liqlik mavjudligini hamda bir hududdagi o'zgarishlar ikkinchi hududdagi ko'rsatkichlarga ham mos ravishda ta'sir etishini ko'rsatadi. Korrelyatsiya koeffitsiyentining $0,70$ dan yuqori bo'lishi statistik talqinlarda kuchli musbat bog'liqlik sifatida baholanadi (1-rasm).



1-rasm. Yuqori oqim, o'rta oqim va quyi oqim korrelatsiya matritsasi

Yuqori oqim va quyi oqim ko'rsatkichlari o'rtasida esa manfiy korrelyatsiya kuzatildi ($r = -0,54$). Ushbu qiymat o'rtacha darajadagi teskari bog'liqlik mavjudligini anglatadi. Boshqacha aytganda, yuqori oqim bilan bog'liq ko'rsatkichlarning ortishi quyi oqimdagi ayrim parametrlarning kamayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Mazkur natija suv havzasi bo'ylab gidrologik sharoitlarning fazoviy o'zgaruvchanligini va turli oqim zonalarining ekologik xususiyatlari bir-biridan sezilarli darajada farqlanishini ko'rsatadi.

Korrelyatsiya matritsasi yuqori oqim va o'rta oqim ko'rsatkichlari o'rtasida sezilarli bog'liqlik qayd etilmagan. Bu esa mazkur hududlarning ekologik va gidrologik xususiyatlari bir-biridan nisbatan mustaqil ravishda shakllanishini ko'rsatishi mumkin. Natijada baliq populyatsiyalarining tarqalishi va individlar sonining shakllanishida har bir oqim zonasining o'ziga xos ekologik omillari muhim rol o'ynashi aniqlanadi.

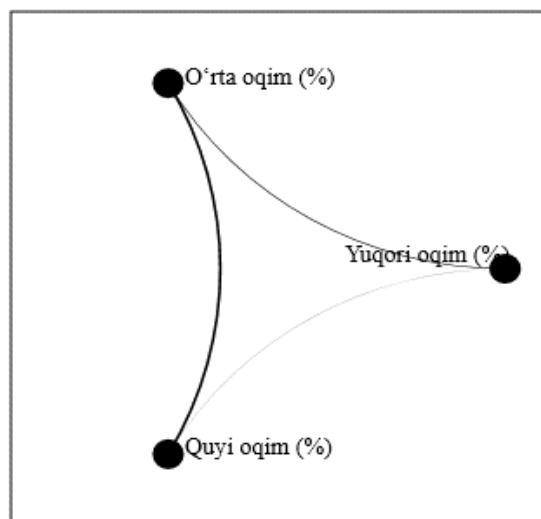
Umuman olganda, korrelyatsiya tahlili natijalari o'rta oqim va quyi oqim zonalarida o'rtasida kuchli musbat bog'liqlik mavjudligini, yuqori oqim va quyi oqim zonalarida esa o'rtacha darajadagi manfiy bog'liqlik shakllanganligini ko'rsatdi. Ushbu natijalar daryo ekotizimida gidrologik zonalar o'rtasidagi ekologik aloqalarni tavsiflash, baliq faunasining tarqalish qonuniyatlarini tushuntirish hamda suv resurslarini boshqarish bo'yicha ilmiy asoslangan xulosalar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Qashqadaryo daryosining yuqori, o'rta va quyi oqimlarida uchraydigan baliq turlarining hududlar bo'yicha o'xshashlik darajasini aniqlash maqsadida Jakkard o'xshashlik indeksini hisoblash natijalari Qashqadaryo daryosida baliq turlarining tarqalishi daryoning uzunligi bo'ylab bir xil emasligini ko'rsatdi. Olingan ma'lumotlarga ko'ra, o'rta va quyi oqimlar orasidagi Jakkard indeksi 0,78 (78,57 %) ni tashkil etib, barcha taqqoslangan hududlar ichida eng yuqori o'xshashlik qayd etildi (1-jadval). Ushbu natija mazkur oqim qismlarida uchraydigan baliq turlarining asosiy qismi umumiy ekanligini ko'rsatadi. Tadqiqot davomida qayd etilgan *C. Carpio*, *C. Gibelio*, *G. Oschanini*, *C. Steindachneri* kabi turlar har ikkala hududda ham barqaror uchrashi kuzatildi. Bu esa mazkur hududlarda ekologik sharoitlarning o'xshashligi hamda turlarning ekologik talablari bir-biriga yaqinligini ko'rsatadi.

Qashqadaryo daryosi oqimlari bo'yicha ixtiofaunaning Jakkard o'xshashlik indeksi tahlili.

	Yuqori oqim (%)	O'rta oqim (%)	Quyi oqim (%)
Yuqori oqim (%)	1	0,41	0,23
O'rta oqim (%)	0,41	1	0,78
Quyi oqim (%)	0,23	0,78	1

O'rta va quyi oqimlarda suvning oqim tezligi nisbatan past, suv havzasining kengligi va chuqurligi yuqori, tub qatlami asosan qum va loydan tashkil topgan. Bundan tashqari, 458iologi moddalarning nisbatan ko'pligi bentik organizmlar va plankton biomassasining ortishiga olib keladi. Oziqa bazasining boyligi karpsimon baliqlar va ekologik jihatdan keng moslashuvchan turlar populyatsiyalarining barqaror shakllanishiga imkon yaratadi. Natijada ushbu hududlarda ixtiofauna tarkibi o'xshash bo'lib, Jakkard indeksining yuqori qiymati bilan ifodalanadi. (2-rasm).

**2-rasm. Jakkard o'xshashlik indeksi tahlili bo'yicha hududiy bog'lanishlar**

Yuqori va o'rta oqimlar o'rtasidagi Jakkard indeksi 0,41 (41,18 %) ni tashkil etdi. Ushbu ko'rsatkich mazkur hududlar orasida faqat ayrim baliq turlari umumiy ekanligini, qolgan turlar esa ekologik sharoitlarning farqlanishi tufayli turlicha tarqalganligini ko'rsatadi. Yuqori oqim tog'li hududlarga xos bo'lib, suv haroratining pastligi, oqim tezligining yuqoriligi, erigan kislorod miqdorining ko'pligi va tub substratining asosan yirik tosh hamda shag'allardan iboratligi bilan tavsiflanadi. Bunday sharoitlar *S. trutta oxianus*, *S. intermedius* hamda *Triplophysa sp.* kabi oqar suvlarni hush ko'ruvchi reofil turlar uchun optimal yashash muhiti hisoblanadi.

Yuqori va o'rta oqimlar orasidagi o'xshashlik o'rtacha darajada bo'lib, eng past o'xshashlik yuqori va quyi oqimlar orasida kuzatildi. Ushbu hududlar uchun Jakkard indeksining qiymati 0,23 (23,53 %) ni tashkil etdi. Bu natija yuqori va quyi oqimlarda uchraydigan baliq turlarining katta qismi bir-biridan farq qilishini ko'rsatadi. Yuqori oqimda asosan oqar suvlarni afzal ko'ruvchi, kislorodga

talabchan reofil turlar uchrasa, quyi oqimlarda oqim tezligi past bo'lgan suv havzalari uchun xos limnofil hamda evritop turlar ustunlik qiladi.

Jakkard indeksi natijalari shuningdek, daryo ekotizimida baliq turlarining hududiy differensiallashuvi yaqqol namoyon bo'lishini ko'rsatdi. Yuqori oqim alohida ekologik kompleksni tashkil etib, sovuq oqar suv sharoitiga moslashgan reofil turlar ustunligi bilan tavsiflanadi. O'rta oqim esa ekologik o'tish zonasi sifatida yuqori va quyi oqim elementlarini o'zida mujassamlashtiradi. Quyi oqim esa sekin oqar suv havzalari uchun xos bo'lgan limnofil va evritop turlarning ustunligi bilan ajralib turadi.

XULOSA

Umuman olganda, Jakkard o'xshashlik indeksi bo'yicha olingan natijalar Qashqadaryo daryosi ixtiofaunasining uzunlamasiga zonallik qonuniyatiga muvofiq shakllanganligini tasdiqladi. Daryo bo'ylab gidrologik holat, suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari, oziqa miqdori va antropogen ta'sir darajasining o'zgarishi baliq turlarining tarqalishi hamda jamoalar tuzilishiga bevosita ta'sir ko'rsatgan. Natijada o'rta va quyi oqimlar orasida yuqori ekologik o'xshashlik ($J = 0,78$), yuqori va o'rta oqimlar orasida o'rtacha o'xshashlik ($J = 0,41$) hamda yuqori va quyi oqimlar orasida eng past o'xshashlik ($J = 0,23$) qayd etildi. Mazkur natijalar Qashqadaryo daryosida ixtiofaunaning hududiy tarkibi ekologik omillar ta'sirida shakllanishini hamda daryoning har bir oqim qismi o'ziga xos ekologik xususiyatlarga ega ekanligini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Абдуллаев М. А. Биологические основы рационального рыбного хозяйства водоёмов пустынной зоны Узбекистана в условиях ирригационного строительства (на примере речных бассейнов Бухарской и Кашкадарьинской областей): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Ташкент, 1969. — 71 с.
2. Jaccard, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura // Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. — 1901. — Vol. 37, № 142. — P. 547–579. — DOI: 10.5169/seals-266450.
3. Dong X., Cheng R., Huang J., Wang Z., Qi Z., Zhou X., Zuo Q., Shen Y. Spatiotemporal patterns of fish diversity in a dammed river: eDNA evidence from the Jialing River and conservation implications // Global Ecology and Conservation. — 2026. — Vol. 66. — Article e04095. — DOI: 10.1016/j.gecco.2026.e04095.
4. Barbosa, A. M. fuzzySim: applying fuzzy logic to binary similarity indices in ecology // Methods in Ecology and Evolution. — 2015. — Vol. 6, № 7. — P. 853–858. — DOI: 10.1111/2041-210X.12372.
5. Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Shen, T.-J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data // Ecology Letters. — 2005. — Vol. 8, № 2. — P. 148–159. — DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x.
6. Қуватов А.Қ. Чирчиқ дарёси сув ҳавзаларининг ихтиофаунаси: биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. — Тошкент, 2022. — 142 б.
7. Атамуратова М.Ш. Оҳангарон дарёси сув ҳавзаларининг ихтиофаунаси: биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. — Тошкент, 2021. — 112 б.
8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 375 б.

AYRIM DIPLOID G'O'ZA TURLARIDA MOLEKULYAR POLIMORFIZM VA GENETIK XILMA-XILLIKNI BAHOLASH

Xo'janazarova Fayyoz Husniddin qizi^{1,2}

Turon Universiteti¹,

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti²

O'zbekiston, Qarshi

E-mail: fayyozakhujanazarova0@gmail.com

Annotatsiya. *Ayrim diploid g'o'za turlarida, xususan Gossypium arboreum L. va Gossypium herbaceum L. da molekulyar polimorfizm va genetik xilma-xillikni baholash zamonaviy genomik tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridan biridir. Mazkur maqolada xalqaro ilmiy adabiyotlarda e'lon qilingan tadqiqotlar asosida SSR, EST-SSR, SNP va genotiplash-by-sequencing (GBS) yondashuvlari qiyosiy tahlil qilindi. Tadqiqotlarda diploid g'o'za genetik resurslaridagi allelik variatsiya, molekulyar polimorfizm va populyatsion tuzilma ko'rsatkichlari baholangan. Olingan ma'lumotlar turli marker tizimlarining genetik xilma-xillikni aniqlashdagi imkoniyatlari va ularning seleksiya jarayonidagi ahamiyatini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *Gossypium arboreum, Gossypium herbaceum, diploid g'o'za, molekulyar polimorfizm, genetik xilma-xillik, SSR, EST-SSR, SNP, GBS, genetik resurslar.*

Abstract. *Molecular polymorphism and genetic diversity in selected diploid cotton species, particularly Gossypium arboreum L. and Gossypium herbaceum L., are important components of modern cotton genomics. This article comparatively analyzes international studies using SSR, EST-SSR, SNP and genotyping-by-sequencing (GBS) approaches to characterize diploid cotton germplasm. The reviewed studies assessed allelic variation, molecular polymorphism and population structure in diploid cotton genetic resources. The obtained information demonstrates the usefulness of different marker systems for evaluating genetic diversity and their potential significance for cotton breeding.*

Keywords: *Gossypium arboreum, Gossypium herbaceum, diploid cotton, molecular polymorphism, genetic diversity, SSR, EST-SSR, SNP, GBS, germplasm.*

Аннотация. *Молекулярный полиморфизм и генетическое разнообразие отдельных диплоидных видов хлопчатника, особенно Gossypium arboreum L. и Gossypium herbaceum L., являются важными направлениями современной геномики хлопчатника. В статье проведён сравнительный анализ международных исследований, в которых для характеристики генетических ресурсов диплоидного хлопчатника использовались SSR-, EST-SSR-, SNP-маркеры и генотипирование методом секвенирования (GBS). В рассмотренных исследованиях оценивались аллельная вариабельность, молекулярный полиморфизм и структура популяций. Полученные данные демонстрируют возможности различных маркерных систем для оценки генетического разнообразия и их значение для селекции хлопчатника.*

Ключевые слова: *Gossypium arboreum, Gossypium herbaceum, диплоидный хлопчатник, молекулярный полиморфизм, генетическое разнообразие, SSR, EST-SSR, SNP, GBS, генетические ресурсы.*

KIRISH

G'oz (Gossypium L.) dunyo miqyosida tola va chigit mahsulotlari uchun muhim ekinlardan biri hisoblanadi. *Gossypium* turkumida diploid va tetraploid turlar mavjud bo'lib, diploid turlar orasida *Gossypium arboreum* L. va *Gossypium herbaceum* L. genetik resurslari alohida ilmiy ahamiyatga ega. Ushbu turlar genetik xilma-xillikni o'rganish, qimmatli allellarni aniqlash hamda yangi seleksiya materiallarini yaratishda muhim manba bo'lib xizmat qiladi.[1,2]

So'nggi yillarda molekulyar markerlar texnologiyalarining rivojlanishi diploid g'oz genetik resurslaridagi polimorfizmni yuqori aniqlikda baholash imkonini bermoqda. Xususan, SSR (Simple Sequence Repeat), EST-SSR (Expressed Sequence Tag-SSR), SNP (Single Nucleotide Polymorphism) va genotiplash-by-sequencing (GBS) kabi yondashuvlar genetik xilma-xillik, allelik variatsiya va populyatsion tuzilmani aniqlashda keng qo'llanilmoqda.[2,5]

SSR markerlari ko'p allelliligi va kodominant xususiyati sababli genetik xilma-xillik hamda populyatsiyalar tuzilishini baholashda samarali vosita hisoblanadi. EST-SSR markerlari esa gen ifodalanishi bilan bog'liq hududlardan ishlab chiqilishi sababli genetik variatsiyani funksional jihatdan muhim lokuslar bilan bog'lash imkoniyatini oshiradi.[4,6]

Yuqori zichlikdagi SNP markerlari va GBS texnologiyasi esa genom bo'ylab keng qamrovli genetik variatsiyani aniqlash imkonini beradi. Bunday yondashuvlar nafaqat genetik xilma-xillikni baholash, balki xo'jalik jihatdan muhim belgilar bilan bog'liq genomik hududlarni aniqlash uchun ham qo'llanilmoqda.[1,3]

Mazkur maqolaning maqsadi *G. arboreum* va *G. herbaceum* kabi diploid g'oz turlarida molekulyar polimorfizm va genetik xilma-xillikni baholashda qo'llanilgan zamonaviy molekulyar marker tizimlarini qiyosiy tahlil qilish hamda ularning genetik resurslarni tavsiflash va seleksiya jarayonidagi ilmiy ahamiyatini umumlashtirishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Mazkur maqola adabiyotlar asosidagi qiyosiy tahlil shaklida tayyorlandi. Tahlil uchun *Gossypium arboreum* L. va *Gossypium herbaceum* L. kabi diploid g'oz turlarida molekulyar polimorfizm va genetik xilma-xillikni o'rgangan xalqaro ilmiy tadqiqotlar tanlandi.

Adabiyotlarni tahlil qilishda SSR, EST-SSR, SNP va GBS kabi molekulyar marker tizimlaridan foydalanilgan tadqiqotlarga asosiy e'tibor qaratildi. Tanlangan manbalardan o'rganilgan genotip yoki accessionlar soni, foydalanilgan marker turi, aniqlangan allellar yoki polimorf lokuslar, genetik xilma-xillik ko'rsatkichlari hamda populyatsion tuzilma haqidagi ma'lumotlar ajratib olindi. Olingan ma'lumotlar marker tizimlarining imkoniyatlarini o'zaro taqqoslash uchun umumlashtirildi. Shuningdek, turli tadqiqotlarda foydalanilgan namuna hajmlari va molekulyar yondashuvlar asosida qiyosiy jadval shakllantirildi.

Maqoladagi diagramma RStudio/R muhitida adabiyotlarda e'lon qilingan namuna va genotiplar soni asosida vizualizatsiya qilish uchun tayyorlandi. Diagramma yangi tajriba natijalarini ifodalamaydi, balki tanlangan ilmiy tadqiqotlar natijalarining qiyosiy ko'rinishini beradi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

SSR (Simple Sequence Repeat) markerlari diploid g'oz genetik resurslarining xilma-xilligini baholashda keng qo'llaniladigan kodominant molekulyar markerlardan biridir. *Gossypium*

arboreum bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda SSR markerlari allelik variatsiya va populyatsion tuzilmani aniqlashda samarali natijalar bergan.[2]

Jia va hammualliflar tomonidan 2018-yilda o'tkazilgan tadqiqotda Xitoyning asosiy g'oz yetishtiriladigan hududlaridan yig'ilgan 197 ta *G. arboreum* accession 80 ta genom bo'ylab joylashgan SSR marker yordamida tahlil qilingan. Tadqiqot natijasida jami 255 ta allel aniqlangan bo'lib, har bir markerga o'rtacha 3,2 ta allel to'g'ri kelgan. Polimorfizm axborot qiymati (PIC) o'rtacha 0,47 ni tashkil qilgan. Populyatsion tuzilma tahlili natijasida accessionlar uchta asosiy guruhga ajratilgan.[2]

SSR markerlarining *G. herbaceum* turidagi imkoniyatlari ham alohida tadqiqotlarda ko'rsatilgan. Jena va hammualliflar tomonidan 2012-yilda genomik va ekspresslangan SSR markerlarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotda *G. herbaceum* genomik kutubxonalari va transkriptom ma'lumotlaridan foydalanilgan. Tadqiqotda 584 ta genomik SSR va 12 471 ta ekspresslangan SSR aniqlangan. Shuningdek, sinovdan o'tkazilgan 150 ta genomik SSR va 50 ta ekspresslangan SSR orasida mos ravishda 68 va 12 ta marker polimorfizm ko'rsatgan. Ushbu markerlar keyinchalik 15 ta *G. herbaceum* genotipida genetik xilma-xillikni baholash uchun qo'llanilgan.[5]

Umuman olganda, SSR markerlari nisbatan kam miqdordagi genetik material bilan ham allelik xilma-xillik va populyatsion tuzilmani tavsiflash imkonini beradi. Shu sababli ular diploid g'oz germlazmasini dastlabki genetik baholash, genetik guruhlarni aniqlash va seleksiya uchun istiqbolli genotiplarni tavsiflashda muhim vosita hisoblanadi.

1-jadval.

Diploid g'ozada molekulyar markerlardan foydalanish bo'yicha tanlangan tadqiqotlar

Tadqiqot	Tur	Namuna hajmi	Marker turi	Asosiy natija
Jia et al., 2018	<i>G. arboreum</i>	197 accession	80 SSR	255 allel, o'rtacha PIC = 0,47
Jena et al., 2012	<i>G. herbaceum</i>	15 genotip	gSSR va EST-SSR	68 gSSR va 12 EST-SSR polimorfizm ko'rsatgan
Jena et al., 2012	<i>G. herbaceum</i>	15 genotip	SSR	Genetik xilma-xillik baholangan

Izoh: Jadval xalqaro ilmiy maqolalarda e'lon qilingan ma'lumotlar asosida tuzildi. Jia et al. (2018) tadqiqotida 197 ta *G. arboreum* accession 80 ta SSR marker bilan tahlil qilingan va 255 ta allel aniqlangan. Jena et al. (2012) tadqiqotida esa *G. herbaceum* uchun genomik va ekspresslangan SSR markerlari ishlab chiqilgan hamda 15 ta genotipda genetik xilma-xillik baholangan.

EST-SSR (Expressed Sequence Tag-SSR) markerlari genlar ekspressiyasi bilan bog'liq bo'lgan transkript ketma-ketliklari asosida ishlab chiqiladi. Shu sababli ushbu markerlar diploid g'oz turlaridagi genetik variatsiyani o'rganish bilan bir qatorda, funksional jihatdan muhim genomik hududlarni tavsiflash imkonini ham beradi.[4,6]

Gossypium herbaceum va *G. arboreum* turlarida EST-SSR markerlaridan foydalanish genetik xilma-xillikni aniqlash va markerlarning turli genotiplar orasidagi polimorfizmini baholashda muhim natijalar bergan[4,5]. Xususan, tolaga oid belgilar bilan bog‘liq EST ma‘lumotlaridan markerlar ishlab chiqilishi diploid g‘o‘za genetik resurslarini funksional nuqtai nazardan tavsiflash imkoniyatini kengaytiradi.[4]

Parekh va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotda diploid g‘o‘zaning *G. herbaceum* va *G. arboreum* turlarida tolaga aloqador yangi dbEST-SSR markerlari ishlab chiqilgan va ularning genetik xilma-xillikni aniqlashdagi samaradorligi baholangan. [4]Bunday markerlardan foydalanish molekulyar polimorfizmni aniqlash hamda seleksiya uchun qimmatli genetik materiallarni farqlash imkonini beradi.[6]

EST-SSR markerlarining asosiy afzalliklaridan biri ularning genlar bilan bog‘liq ketma-ketliklardan olinishi hisoblanadi. Shu sababli ular oddiy genomik SSR markerlariga nisbatan biologik funksiyasi ma‘lum bo‘lgan hududlardagi variatsiyani o‘rganishda qo‘shimcha imkoniyat yaratadi. Biroq EST-SSR markerlarining polimorfizmi ayrim hollarda genomik SSR markerlariga qaraganda pastroq bo‘lishi mumkin.[4,6]

Shunday qilib, EST-SSR markerlari diploid g‘o‘zaning genetik xilma-xilligini baholashda SSR markerlarini to‘ldiruvchi samarali molekulyar vosita bo‘lib, ayniqsa xo‘jalik jihatdan muhim belgilar bilan bog‘liq genetik variatsiyani o‘rganishda ahamiyatlidir.

SNP (Single Nucleotide Polymorphism) markerlar genomning alohida nukleotidlaridagi farqlarni aniqlashga asoslangan bo‘lib, genetik variatsiyani genom miqyosida yuqori aniqlikda baholash imkonini beradi. SNP markerlarining ko‘pligi va genom bo‘ylab keng tarqalganligi ularni diploid g‘o‘za genetik resurslarini chuqur o‘rganishda muhim molekulyar vositaga aylantirgan.[1,3] Du va hammualliflar tomonidan 2018-yilda olib borilgan tadqiqotda *G. arboreum* va *G. herbaceum* turlariga mansub jami 243 ta diploid g‘o‘za accessioni qayta sekvenslangan. Ushbu tadqiqot genom bo‘ylab variatsiyani aniqlash bilan bir qatorda, *G. arboreum*da 11 ta agronomik belgi bo‘yicha 98 ta muhim GWAS assotsiatsiyasini aniqlash imkonini bergan.[1]

GBS (Genotyping-by-Sequencing) texnologiyasi esa genomning ko‘plab qismlarini parallel ravishda sekvenslash orqali SNP markerlarini aniqlash imkonini beradi. Li va Erpelding tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda 375 ta *G. arboreum* accessioni GBS yordamida genotiplashtirilgan. Tadqiqotda genom bo‘ylab SNP ma‘lumotlari asosida 2 ta asosiy genetik klaster aniqlangan; 302 ta accession birinchi, 64 tasi ikkinchi klasterga kiritilgan, 9 ta accession esa ikkala guruhga yaqinligi sababli alohida guruhga birlashtirilmagan.[3]

GBS tadqiqotida dastlab 61 822 ta SNP aniqlangan va filtratsiyadan so‘ng 18 571 ta SNP genetik xilma-xillik tahliliga kiritilgan. Bu natija GBS yondashuvining diploid g‘o‘za germplazmasidagi genomik variatsiyani keng miqyosda aniqlash imkoniyatini ko‘rsatadi.[3]

Shunday qilib, SSR va EST-SSR markerlari genetik xilma-xillikni baholashda samarali bo‘lsa, SNP va GBS yondashuvlari genom bo‘ylab yuqori zichlikdagi variatsiyani aniqlash imkonini beradi. Ayniqsa, katta hajmdagi germplazma materiallarini tahlil qilishda SNP/GBS ma‘lumotlari populyatsion tuzilma, genetik qarindoshlik va xo‘jalik jihatdan muhim belgilar bilan bog‘liq genomik hududlarni aniqlash uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.[1,3]

3.4. Molekulyar marker tizimlarini qiyosiy tahlil qilish

Diploid g‘o‘za turlarida molekulyar polimorfizmni baholashda foydalaniladigan marker tizimlari bir-biridan aniqlik darajasi, polimorfizmni aniqlash imkoniyati va qo‘llash maqsadi bilan farqlanadi. SSR markerlari nisbatan kam miqdordagi genetik material asosida allelik xilma-xillik va

populyatsion tuzilmani baholash uchun qulay hisoblanadi. EST-SSR markerlari esa ekspresslangan ketma-ketliklarga asoslanganligi sababli genlar bilan bog‘liq variatsiyani o‘rganishda qo‘shimcha imkoniyat yaratadi.

SNP markerlari genom bo‘ylab yuqori zichlikda tarqalganligi sababli genetik variatsiyani keng miqyosda aniqlash imkonini beradi. GBS texnologiyasi esa ko‘p sonli SNP markerlarini nisbatan katta miqdordagi genetik materialda aniqlash va populyatsiyalar o‘rtasidagi genetik munosabatlarni baholash imkoniyatini kengaytiradi.

Tanlangan tadqiqotlar natijalarini taqqoslash shuni ko‘rsatadiki, marker tizimini tanlash tadqiqotning maqsadi va mavjud genetik material hajmiga bog‘liq. SSR va EST-SSR markerlari genetik xilma-xillikni dastlabki va funksional jihatdan baholashda, SNP va GBS esa genom miqyosidagi yuqori aniqlikdagi tahlillarda samarali qo‘llanadi.

2-jadval.

Diploid g‘o‘zada asosiy molekulyar marker tizimlarining qiyosiy tavsifi

Marker tizimi	Asosiy xususiyati	Qo‘llash yo‘nalishi	Asosiy afzalligi
SSR	Takroriy DNK ketma-ketliklariga asoslangan	Genetik xilma-xillik va populyatsion tuzilma	Kodominant va ko‘p allelli
EST-SSR	Ekspresslangan ketma-ketliklardan olinadi	Funksional genetik variatsiyani baholash	Genlar bilan bog‘liq markerlar
SNP	Bitta nukleotid almashinuvi	Genomik variatsiya va assotsiatsiya tahlili	Yuqori marker zichligi
GBS	Sekvenslash asosida ko‘plab SNPlarni aniqlash	Genom miqyosidagi genetik tahlil	Keng genomik qamrov

Xulosa qilib aytganda diploid g‘o‘za turlarida, xususan *Gossypium arboreum* L. va *Gossypium herbaceum* L. genetik resurslarida molekulyar polimorfizm va genetik xilma-xillikni baholashda turli molekulyar marker tizimlari muhim ahamiyatga ega. Adabiyotlar tahlili SSR va EST-SSR markerlari allelik variatsiya, genetik xilma-xillik hamda populyatsion tuzilmani baholashda samarali ekanligini ko‘rsatdi.

SNP va GBS yondashuvlari esa genom bo‘ylab keng qamrovli genetik variatsiyani aniqlash imkonini berib, diploid g‘o‘za genetik resurslarini yuqori aniqlikda tavsiflash uchun qo‘shimcha imkoniyat yaratadi. Turli marker tizimlarining imkoniyatlari bir-birini to‘ldirishi sababli ularni tadqiqot maqsadiga muvofiq tanlash genetik resurslarni samarali baholashga yordam beradi.

Umuman olganda, tahlil qilingan tadqiqotlar *G. arboreum* va *G. herbaceum* genetik resurslarida mavjud molekulyar variatsiyaning seleksiya va genomik tadqiqotlar uchun muhim manba ekanligini ko‘rsatadi. SSR va EST-SSR markerlari genetik xilma-xillikni tavsiflashda, SNP va GBS yondashuvlari esa genom miqyosidagi variatsiyani aniqlashda bir-birini to‘ldiruvchi vositalar sifatida qaralishi mumkin. Shu bois, diploid g‘o‘za genetik resurslarini kompleks molekulyar tahlil qilish kelgusida genetik jihatdan qimmatli materiallarni aniqlash, ularning genetik tuzilishini chuqurroq tavsiflash va seleksiya dasturlarida ulardan samarali foydalanish uchun muhim ilmiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Du X., Huang G., He S., et al. Resequencing of 243 diploid cotton accessions based on an updated A genome identifies the genetic basis of key agronomic traits. *Nature Genetics*. 2018;50:796–802. <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0116-x>
2. Jia Y., Sun J., Zhang X., et al. Genetic diversity and population structure of *Gossypium arboreum* L. collected in China. *Journal of Cotton Research*. 2018;1:11. <https://doi.org/10.1186/s42397-018-0011-0>
3. Spindel J.E., Wright M.H., Chen C., et al. Genetic diversity analysis of *Gossypium arboreum* germplasm accessions using genotyping-by-sequencing. *PLoS ONE*. 2016;11(10):e0151350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151350>
4. Parekh M.J., Kumar S., Zala H.N., et al. Development and validation of novel fiber relevant dbEST–SSR markers and their utility in revealing genetic diversity in diploid cotton (*Gossypium herbaceum* and *G. arboreum*). *Industrial Crops and Products*. 2016;83:232–242. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.061>
5. Jena S.N., Srivastava A., Rai K.M., et al. Development and characterization of genomic and expressed SSRs for levant cotton (*Gossypium herbaceum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2012;124:565–576. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1729-y>
6. Buyyarapu R., et al. Development of new candidate gene and EST-based molecular markers for *Gossypium* species. *International Journal of Plant Genomics*. 2011;2011:894598. <https://doi.org/10.1155/2011/894598>

DIPLOID G‘O‘ZA TURLARIDA GWAS ASOSIDA NOMZOD GENLARNI ANIQLASH

Xo‘janazarova Fayyoz Husniddin qizi^{1,2}

Turon universiteti¹,

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti²

E-mail: fayyozakhujanazarova0@gmail.com

Annotatsiya. Diploid g‘o‘za turlarida xo‘jalik jihatdan muhim belgilarni nazorat qiluvchi genetik omillarni aniqlash zamonaviy genomika va seleksiya tadqiqotlarining muhim yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu maqolada *Gossypium arboreum* L. genetik resurslarida urug‘ ko‘chat biomassasi, asosiy ildiz uzunligi, sho‘rlanishga chidamlilik, ildiz rangi va reniform nematodasiga chidamlilik kabi belgilar bo‘yicha o‘tkazilgan genom-wide association study (GWAS) tadqiqotlari tahlil qilindi. Turli tadqiqotlarda aniqlangan SNP markerlari va ular bilan bog‘liq genomik hududlar qiyosiy o‘rganilib, potensial nomzod genlarning biologik funksiyalari umumlashtirildi. Tahlil natijalari GWAS yondashuvi diploid g‘o‘zada fenotipik belgilar bilan bog‘liq genetik lokuslarni aniqlash hamda seleksiya uchun muhim bo‘lishi mumkin bo‘lgan nomzod genlarni ajratib ko‘rsatishda samarali vosita ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: *Gossypium arboreum*, diploid g‘o‘za, GWAS, SNP, nomzod genlar, genomik assotsiatsiya, genetik lokus, sho‘rlanishga chidamlilik, ildiz tizimi, genetik resurslar.

Abstract. Identification of genetic factors controlling agronomically important traits in diploid cotton is an important direction of modern genomics and cotton breeding research. This article reviews genome-wide association studies (GWAS) conducted on *Gossypium arboreum* L. genetic resources for traits including seedling biomass, primary root length, salt tolerance, root color, and resistance to reniform nematodes. SNP markers and associated genomic regions identified in different studies were comparatively analyzed, and the biological functions of potential candidate genes were summarized. The analysis demonstrates that GWAS is an effective approach for identifying genetic loci associated with phenotypic traits and for highlighting potential candidate genes of interest for diploid cotton breeding.

Keywords: *Gossypium arboreum*, diploid cotton, GWAS, SNP, candidate genes, genome-wide association, genetic loci, salt tolerance, root system, genetic resources.

Аннотация. Выявление генетических факторов, контролирующих хозяйственно важные признаки диплоидного хлопчатника, является одним из важных направлений современной геномики и селекции хлопчатника. В статье проведён анализ исследований методом полногеномного ассоциативного анализа (GWAS), выполненных на генетических ресурсах *Gossypium arboreum* L. по таким признакам, как биомасса проростков, длина главного корня, устойчивость к засолению, окраска корней и устойчивость к ренiformной нематодe. Проведено сравнительное изучение SNP-маркеров и связанных с ними геномных регионов, выявленных в различных исследованиях, а также обобщены биологические функции потенциальных генов-кандидатов. Результаты анализа показывают, что метод GWAS является эффективным подходом для выявления генетических локусов, ассоциированных с фенотипическими признаками, и выделения потенциальных генов-кандидатов, представляющих интерес для селекции диплоидного хлопчатника.

Ключевые слова: *Gossypium arboreum*, диплоидный хлопчатник, GWAS, SNP, гены-кандидаты, полногеномный ассоциативный анализ, генетические локусы, устойчивость к засолению, корневая система, генетические ресурсы.

KIRISH

G'oz (Gossypium L.) dunyo miqyosida tola va chigit mahsulotlari uchun muhim qishloq xo'jaligi ekinlaridan biri hisoblanadi. Diploid g'oz turlari, xususan *Gossypium arboreum* L., qimmatli genetik resurs sifatida turli xo'jalik jihatdan muhim belgilarni o'rganish va seleksiya uchun yangi genetik materiallarni aniqlashda katta ahamiyatga ega.

So'nggi yillarda genomik texnologiyalarning rivojlanishi g'ozda fenotipik belgilar va ularni nazorat qiluvchi genetik omillar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash imkoniyatlarini kengaytirdi. Ayniqsa, genom-wide association study (GWAS) yondashuvi tabiiy genetik xilma-xillikka ega bo'lgan germplazma kolleksiyalarida SNP markerlari va fenotipik belgilar o'rtasidagi assotsiatsiyalarni genom miqyosida aniqlash imkonini beradi [1].

G. arboreum genetik resurslarida GWAS yordamida urug' ko'chat biomassasi, ildiz tizimi xususiyatlari, sho'rlanishga chidamlilik, ildiz rangi va nematodalarga chidamlilik kabi muhim belgilar bilan bog'liq genomik lokuslar aniqlangan [1–5]. Bunday tadqiqotlar nafaqat statistik jihatdan muhim SNP markerlarini aniqlash, balki ushbu lokuslar atrofida joylashgan potensial nomzod genlarni ajratib ko'rsatish imkonini ham beradi.

Nomzod genlarni aniqlash fenotipik belgilarni molekulyar darajada tushunish uchun muhim bosqich hisoblanadi. Aniqlangan genlarning biologik funksiyalarini o'rganish orqali o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi, ildiz tizimi shakllanishi va abiotik yoki biotik stresslarga javob berish mexanizmlari haqida ma'lumot olish mumkin. Shu bilan birga, bunday genetik ma'lumotlar marker-assisted selection va genomik seleksiya kabi zamonaviy seleksiya yondashuvlarini rivojlantirish uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Mazkur maqolaning maqsadi *G. arboreum* kabi diploid g'o'za turlarida GWAS yordamida aniqlangan fenotip-SNP assotsiatsiyalarini qiyosiy tahlil qilish, muhim genomik lokuslarni umumlashtirish va ular bilan bog'liq potensial nomzod genlarning ilmiy ahamiyatini yoritishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Mazkur maqola adabiyotlar asosidagi qiyosiy tahlil shaklida tayyorlandi. Tahlil uchun *Gossypium arboreum* L. genetik resurslarida GWAS yondashuvi yordamida xo'jalik jihatdan muhim belgilar bilan bog'liq SNP markerlari, genomik lokuslar va potensial nomzod genlarni aniqlashga bag'ishlangan xalqaro ilmiy tadqiqotlar tanlandi.

Adabiyotlarni tanlashda GWAS, SNP markerlari, genetik assotsiatsiyalar va nomzod genlarni aniqlash bilan bog'liq tadqiqotlarga asosiy e'tibor qaratildi. Tanlangan ilmiy manbalardan o'rganilgan accessionlar soni, foydalanilgan SNP markerlari, aniqlangan statistik jihatdan muhim assotsiatsiyalar, genomik lokuslar va potensial nomzod genlar haqidagi ma'lumotlar ajratib olindi. Tahlil jarayonida urug' ko'chat biomassasi, asosiy ildiz uzunligi, sho'rlanishga chidamlilik, ildiz rangi va reniform nematodasiga chidamlilik kabi belgilar bo'yicha aniqlangan GWAS natijalari o'zaro taqqoslandi. Har bir tadqiqot bo'yicha namuna hajmi, aniqlangan SNP yoki lokuslar soni hamda potensial nomzod genlar haqidagi ma'lumotlar umumlashtirildi.

Olingan ma'lumotlar qiyosiy jadval shaklida tizimlashtirildi. Shuningdek, tanlangan GWAS tadqiqotlarida foydalanilgan accessionlar soni va aniqlangan potensial nomzod genlar sonini vizual taqqoslash uchun diagramma tayyorlash ko'zda tutildi. Diagramma RStudio/R muhitida shakllantiriladi va adabiyotlarda e'lon qilingan natijalarni aks ettiradi; u yangi tajriba natijasi sifatida talqin qilinmaydi.

Hu et al. tomonidan *G. arboreum* ning 215 ta accessionida urug' ko'chat biomassasi bilan bog'liq 11 ta belgi o'rganilgan [1]. Tadqiqotda yangi avlod sekvenslash ma'lumotlari asosida 1 425 003 ta yuqori sifatli SNP aniqlangan. GWAS tahlili natijasida urug' ko'chat biomassasi bilan bog'liq 83 ta statistik jihatdan muhim SNP assotsiatsiyasi aniqlangan [1].

Tadqiqotchilar ushbu assotsiatsiyalar asosida 69 ta potensial nomzod genni ajratib ko'rsatgan [1]. Jumladan, Ga03G1298, Ga09G2054, Ga10G1342, Ga11G0096 va Ga11G2490 kabi genlar urug' ko'chat biomassasi bilan bog'liq belgilar uchun potensial nomzodlar sifatida ko'rsatilgan [1].

Mazkur natijalar GWAS yordamida ko'chatlarning dastlabki rivojlanish bosqichlarida biomassaning shakllanishiga ta'sir qiluvchi genetik hududlarni aniqlash mumkinligini ko'rsatadi.

Asosiy ildiz uzunligi (*primary root length*, PRL) o'simlik ildiz tizimining shakllanishi va dastlabki rivojlanishini tavsiflovchi muhim belgilaridan biridir. *Gossypium arboreum* L. da ushbu belgining genetik asoslarini aniqlash maqsadida 215 ta diploid g'o'za accessionida GWAS tadqiqoti o'tkazilgan. Tadqiqotda o'simliklarning asosiy ildiz uzunligi urug' ekilgandan keyingi 5-, 8-, 10- va 15-kunlarda baholangan.

GWAS natijasida asosiy ildiz uzunligi bilan statistik jihatdan ahamiyatli bog‘liq bo‘lgan 49 ta SNP aniqlangan va ular bilan bog‘liq 32 ta potensial nomzod gen ajratib ko‘rsatilgan. Eng kuchli assotsiatsiya Chr07_8047530 SNP lokusida aniqlangan bo‘lib, ushbu SNP bo‘yicha ikki xil haplotipga ega accessionlar orasida asosiy ildiz uzunligining farqlanishi kuzatilgan.

Nomzod genlar orasida GamurG alohida e‘tibor qozongan. Tadqiqotda ushbu genning nisbiy ekspressiyasi uzun ildizli genotiplarda qisqa ildizli genotiplarga nisbatan yuqoriroq bo‘lgan. GamurG funksiyasini qo‘shimcha tekshirishda uning susaytirilishi g‘o‘za nihollarida asosiy ildiz uzunligining qisqarishiga, Arabidopsis o‘simligida esa genning ortiqcha ekspressiyasi asosiy ildizning uzayishiga olib kelgan. Bu natijalar GamurG ni asosiy ildiz uzunligini boshqarishda istiqbolli nomzod gen sifatida ko‘rsatadi.

Mazkur tadqiqot GWAS natijalarini gen ekspressiyasi va funksional tajribalar bilan birlashtirish nomzod genlarni aniqlash ishonchligini oshirishini ko‘rsatadi. Shu sababli asosiy ildiz uzunligi bilan bog‘liq SNP markerlari va GamurG kabi genlar diploid g‘o‘zada ildiz tizimi rivojlanishining genetik asoslarini o‘rganish hamda kelgusidagi seleksiya tadqiqotlari uchun muhim ilmiy resurs hisoblanadi.

Sho‘rlanish o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishini cheklovchi muhim abiotik stress omillaridan biridir. *Gossypium arboreum* L. ning sho‘rlanishga chidamlilik xususiyatlarini genetik jihatdan o‘rganish maqsadida 215 ta accessionda GWAS tahlili o‘tkazilgan. Tadqiqotda urug‘ ko‘chatlari bosqichida sho‘rlanish bilan bog‘liq yettita fenotipik belgi va kompleks sho‘rlanishga chidamlilik indeksi baholangan. GWAS tahlilida 1 568 133 ta yuqori sifatli SNP markeridan foydalanilgan [3].

Tahlil natijasida sho‘rlanishga chidamlilik bilan bog‘liq to‘qqizta SNP-ga boy genomik hudud aniqlangan. Ushbu hududlarda jami 143 ta polimorfizm aniqlanib, ular 40 ta potensial nomzod gen bilan bog‘langan. Ayniqsa, 7-xromosomadagi ayrim SNP-ga boy hududlar nisbiy yangi massa va nisbiy poya uzunligi kabi sho‘rlanish bilan bog‘liq belgilar bilan kuchli assotsiatsiya ko‘rsatgan [3].

Tadqiqotda Cotton_A_37775 va Cotton_A_35901 genlari mos ravishda Ca7_33607751 va Ca7_77004962 SNP markerlari bilan bog‘liq potensial nomzod genlar sifatida ajratib ko‘rsatilgan. Bundan tashqari, ayrim SNP-ga boy hududlarda genlarning funksional annotatsiyasi sho‘rlanish stressiga javob beruvchi biologik jarayonlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatgan [3]. Mazkur natijalar GWAS yordamida diploid g‘o‘zada sho‘rlanishga chidamlilikning murakkab genetik asoslarini aniqlash mumkinligini ko‘rsatadi. Aniqlangan SNP markerlari va potensial nomzod genlar keyingi funksional tadqiqotlar uchun muhim manba bo‘lib, sho‘rlanishga chidamli genetik materiallarni tanlashda foydalanilishi mumkin [3].

Ildiz rangi o‘simlikning rivojlanish jarayonlari bilan bog‘liq fenotipik belgilaridan biri bo‘lib, uning shakllanish mexanizmlarini molekulyar darajada o‘rganish *Gossypium arboreum* L. genetik resurslarini tavsiflash uchun muhimdir. Zhao va hammualliflar tomonidan 2021-yilda olib borilgan tadqiqotda 215 ta *G. arboreum* accessionining ildiz rangi urug‘ unib chiqishining 4-, 6- va 9-kunlarida baholangan hamda GWAS yordamida ushbu belgi bilan bog‘liq genetik lokuslar aniqlangan [4]. GWAS tahlili natijasida ildiz rangi bilan bog‘liq jami 225 ta statistik jihatdan muhim SNP aniqlangan va ushbu SNP lokuslari asosida 47 ta potensial nomzod gen ajratib ko‘rsatilgan. Eng kuchli assotsiatsiya A04_91824 SNP lokusida kuzatilgan. Ushbu lokusdagi allellar ildiz rangining fenotipik farqlanishi bilan bog‘liqligi aniqlangan: “C” alleliga ega accessionlarda asosan oq, “T” alleliga ega accessionlarda esa qizil ildiz rangi kuzatilgan [4].

Tadqiqotda GWAS natijalari RNA-seq va qRT-PCR ma'lumotlari bilan birgalikda tahlil qilingan. Natijada ACD6, UFGT va LYM2 genlari ildiz rangi shakllanishi bilan eng ko'p bog'liq bo'lgan genlar sifatida ajratilgan. Bu yondashuv statistik jihatdan aniqlangan SNP assotsiatsiyalarini genlarning ekspressiya ma'lumotlari bilan qo'shimcha ravishda baholash imkonini bergan [4]. Shunday qilib, ushbu tadqiqot GWASni transkriptom tahlili bilan birlashtirish orqali *G. arboreum*da ildiz rangi bilan bog'liq genetik lokuslar va potensial nomzod genlarni aniqlash mumkinligini ko'rsatadi. Aniqlangan SNP markerlari va nomzod genlar diploid g'o'zada ildiz rivojlanishi hamda fenotipik belgilarni molekulyar darajada o'rganish uchun muhim ilmiy manba bo'lib xizmat qiladi [4].

Reniform nematoda (*Rotylenchulus reniformis*) g'o'zaning ildiz tizimiga zarar yetkazuvchi muhim patogenlardan biri hisoblanadi. *Gossypium arboreum* L. genetik resurslarida ushbu patogenga chidamlilikning genetik asoslarini aniqlash maqsadida Li va hammualliflar tomonidan GWAS tadqiqoti o'tkazilgan. Tadqiqotda 246 ta *G. arboreum* accessioni 7 220 ta SNP marker yordamida genotiplashtirilgan [5].

GWAS natijasida reniform nematodasiga chidamlilik bilan statistik jihatdan ahamiyatli bog'liq bo'lgan 15 ta SNP aniqlangan. Ushbu markerlar genomning 8 ta xromosomasida joylashgan 12 ta genomik lokus bilan bog'langan. Aniqlangan SNP markerlarining 14 tasida asosiy allellar chidamlilik fenotipi bilan bog'liq bo'lgan. Eng kuchli assotsiatsiyalardan biri 6-xromosomadagi lokusda kuzatilib, ushbu marker fenotipik variatsiyaning taxminan 15 foizini tushuntirgan [5].

Aniqlangan assotsiatsiyalar atrofidagi genomik hududlarni tahlil qilish natijasida 146 ta potensial nomzod gen aniqlangan. Ushbu genlar o'simlikning tabiiy immuniteti, signal uzatish, transkripsiyani boshqarish, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari va stressga javob berish kabi biologik jarayonlar bilan bog'liq bo'lgan. Shuningdek, 146 ta genning 18 tasi reniform nematoda bilan zararlanishga javoban differensial ekspressiya qiluvchi genlar bilan mos kelgan [5].

Mazkur tadqiqot natijalari *G. arboreum* germplazmasida reniform nematodasiga chidamlilik bir nechta genomik lokuslar tomonidan nazorat qilinishi mumkinligini ko'rsatadi. Aniqlangan SNP markerlar va potensial nomzod genlar diploid g'o'zada chidamlilikning molekulyar asoslarini o'rganish hamda kelgusida markerlarga asoslangan seleksiya tadqiqotlari uchun foydalanilishi mumkin bo'lgan genetik resurslarni taqdim etadi [5].

GWAS natijalarining qiyosiy tahlili

Yuqorida ko'rib chiqilgan tadqiqotlar *Gossypium arboreum* L. genetik resurslarida turli fenotipik belgilarni genom darajasida tahlil qilish imkoniyatini ko'rsatadi. Urug' ko'chat biomassasi, asosiy ildiz uzunligi, sho'rlanishga chidamlilik, ildiz rangi va reniform nematodasiga chidamlilik bo'yicha o'tkazilgan GWAS tadqiqotlarida turli miqdordagi SNP markerlari va potensial nomzod genlar aniqlangan [1–5].

1-jadval.

Gossypium arboreum L. da GWAS asosida aniqlangan SNP markerlari va potensial nomzod genlarning qiyosiy tavsifi

O'rganilgan belgi	Accessionlar soni	Muhim SNP/assotsiatsiyalar	Potensial nomzod genlar	Manba
Urug' ko'chat biomassasi	215	83	69	[1]
Asosiy ildiz uzunligi	215	49	32	[2]

O'rganilgan belgi	Accessionlar soni	Muhim SNP/assotsiatsiyalar	Potensial nomzod genlar	Manba
Sho'rlanishga chidamlilik	215	9 SNP-ga boy hudud	40	[3]
Ildiz rangi	215	225	47	[4]
Reniform nematodasiga chidamlilik	246	15	146	[5]

Jadval ma'lumotlari turli belgilar bo'yicha GWAS tadqiqotlarida nomzod genlarni aniqlash ko'lamini bir xil emasligini ko'rsatadi. Masalan, reniform nematodasiga chidamlilik bo'yicha 146 ta potensial nomzod gen aniqlangan bo'lsa, asosiy ildiz uzunligi bo'yicha 32 ta, ildiz rangi bo'yicha esa 47 ta nomzod gen aniqlangan [2,4,5].

Bunday farqlar o'rganilgan belgining biologik murakkabligi, genomik hududlarning xususiyatlari, SNP markerlar zichligi, statistik mezonlar va nomzod genlarni aniqlash uchun qo'llanilgan mezonlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shu sababli turli tadqiqotlarda aniqlangan nomzod genlar sonini to'g'ridan-to'g'ri solishtirishdan ko'ra, ularning biologik funksiyasi va fenotip bilan bog'liqligini birgalikda baholash muhimdir.

Umuman olganda, GWAS natijalarini transkriptom ma'lumotlari, gen ekspressiyasi va funksional tahlillar bilan birlashtirish statistik assotsiatsiyalar orasidan biologik jihatdan muhim nomzod genlarni ajratib olish imkoniyatini oshiradi. Zamonaviy GWAS tadqiqotlarida aynan shunday integratsion yondashuv nomzod genlarni keyingi funksional tadqiqotlar va molekulyar seleksiya uchun tanlashda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

2-jadval.

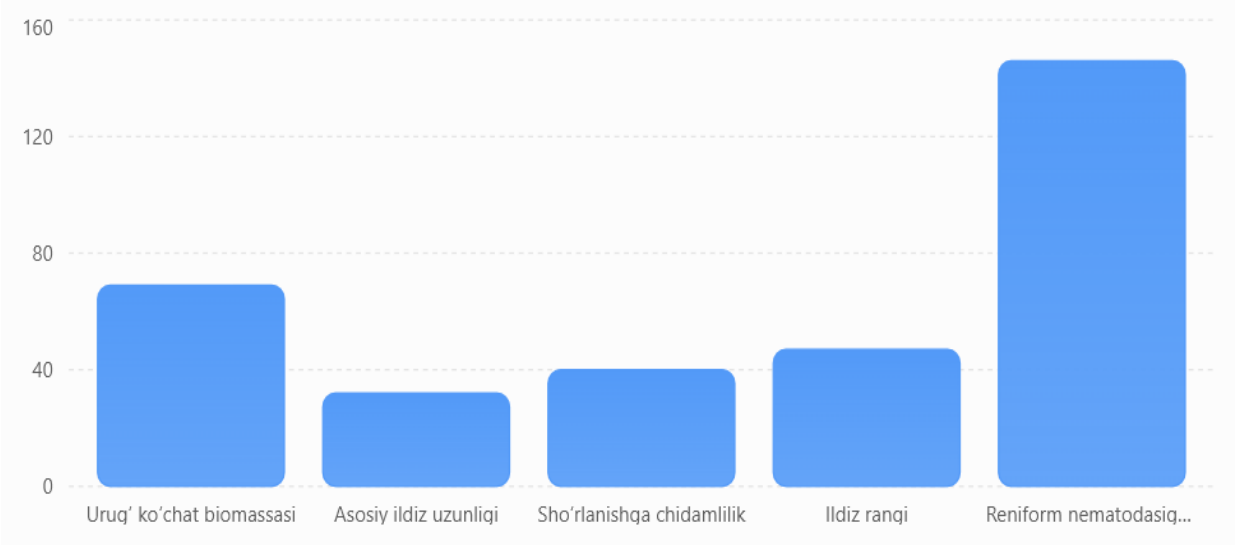
Diploid g'o'zada GWAS orqali aniqlangan ayrim potensial nomzod genlar

O'rganilgan belgi	Potensial nomzod gen	Bog'liq jarayon yoki xususiyat	Manba
Urug' ko'chat biomassasi	Ga03G1298	Ildiz va yer ustki qism biomassasi nisbati	[1]
Urug' ko'chat biomassasi	Ga10G1342	Ildiz quruq biomassasi	[1]
Asosiy ildiz uzunligi	GamurG	Ildiz o'sishi va rivojlanishi	[2]
Sho'rlanishga chidamlilik	Cotton_A_37775	Sho'rlanish stressiga javob	[3]
Sho'rlanishga chidamlilik	Cotton_A_35901	Sho'rlanish stressiga javob	[3]
Ildiz rangi	ACD6	Ildiz rangining shakllanishi bilan bog'liq jarayonlar	[4]
Ildiz rangi	UFGT	Flavonoidlar biosintezi bilan bog'liq	[4]
Ildiz rangi	LYM2	Hujayra va stressga javob jarayonlari	[4]

Izoh: Jadvalda keltirilgan genlar tegishli GWAS tadqiqotlarida potensial nomzod gen sifatida ajratib ko'rsatilgan. Ularning funksional tavsifi tegishli tadqiqotlarda keltirilgan molekulyar va ekspressiya ma'lumotlariga asoslangan [1–4].

Diploid g'o'zada GWAS orqali aniqlangan nomzod genlar

Tanlangan GWAS tadqiqotlarida aniqlangan potensial nomzod genlar sonining qiyosiy ko'rinishi.



GWAS tadqiqotlarida aniqlangan potensial nomzod genlar diploid g'o'zada turli fenotipik belgilar shakllanishining molekulyar asoslarini tushuntirish uchun muhim ma'lumot beradi. Urug' ko'chat biomassasi bilan bog'liq Ga03G1298 va Ga10G1342 genlari ildiz hamda yer ustki qism biomassasining shakllanishi bilan bog'langan [1]. Bu genlar o'simlikning dastlabki rivojlanish bosqichlarida biomassa taqsimlanishining genetik asoslarini o'rganish uchun istiqbolli obyektlar hisoblanadi.

Asosiy ildiz uzunligi bo'yicha aniqlangan GamurG geni ildiz o'sishi bilan bog'liq muhim nomzodlardan biridir [2]. Tadqiqotda gen ekspressiyasi va funksional tajribalar orqali GamurG ning ildiz uzunligidagi ehtimoliy roli qo'shimcha baholangan. Bu natija GWAS orqali aniqlangan assotsiatsiyalarni funksional tahlillar bilan tasdiqlash nomzod genlarni aniqlash ishonchligini oshirishini ko'rsatadi.

Sho'rlanishga chidamlilik bo'yicha aniqlangan Cotton_A_37775 va Cotton_A_35901 genlari stress sharoitidagi fenotipik o'zgarishlar bilan bog'liq potensial nomzodlar sifatida ko'rsatilgan [3]. Ularning aniqlanishi diploid g'o'zada sho'rlanish stressiga javob beruvchi genetik hududlarni chuqurroq o'rganish uchun asos yaratadi.

Ildiz rangi bilan bog'liq tadqiqotlarda ACD6, UFGT va LYM2 kabi genlar potensial nomzodlar sifatida ajratilgan [4]. Ushbu genlarning ekspressiya ma'lumotlari bilan birgalikda tahlil qilinishi ildiz rangining shakllanishida ishtirok etuvchi molekulyar jarayonlarni aniqlashga yordam beradi.

Reniform nematodasiga chidamlilik bo'yicha aniqlangan nomzod genlarning bir qismi o'simlikning himoya reaksiyalari, signal uzatish va stressga javob jarayonlari bilan bog'liq bo'lgan [5]. Bu natijalar biotik stressga chidamlilikning murakkab genetik tabiatini ko'rsatadi.

Umuman olganda, turli belgilar bo'yicha aniqlangan nomzod genlar GWAS natijalarini gen ekspressiyasi va funksional tahlillar bilan birlashtirish orqali yanada chuqurroq tavsiflanishi mumkin. Bunday integratsion yondashuv diploid g'o'zaning muhim belgilarini molekulyar darajada tushunish va kelgusidagi seleksiya tadqiqotlari uchun istiqbolli genetik markerlarni aniqlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hu D., He S., Jia Y., Nazir M.F., Sun G., Geng X., Pan Z., Wang L., Chen B., Li H., Ge Y., Pang B., Du X. Genome-wide association study for seedling biomass-related traits in *Gossypium arboreum* L. // BMC Plant Biology. – 2022. – Vol. 22. – Article 54. – DOI: 10.1186/s12870-022-03443-w.
2. Hu D., Zhao Z., Nazir M.F., Sun G., Peng Z., Jia Y., Geng X., Wang L., Pan Z., Li H., Chen B., Sun F., He S., Du X. Identification and characterization of candidate genes for primary root length in Asiatic cotton (*Gossypium arboreum* L.). // Theoretical and Applied Genetics. – 2024. – Vol. 137. – Article 52. – DOI: 10.1007/s00122-023-04471-2.
3. Dilnur T., Peng Z., Pan Z., Palanga K.K., Jia Y., Gong W., Du X. Association Analysis of Salt Tolerance in Asiatic Cotton (*Gossypium arboreum*) with SNP Markers. // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – Vol. 20, No. 9. – Article 2168. – DOI: 10.3390/ijms20092168.
4. Zhao Z., Hu D., Azhar M.T., Li H., Ma C., He S., Wang X., Sun G., Mahmood T., Dev W., Du X. Genome-wide association and transcriptome analysis of root color-related genes in *Gossypium arboreum* L. // Planta. – 2021. – Vol. 253, No. 5. – Article 95. – DOI: 10.1007/s00425-021-03622-3.
5. Li R., Erpelding J.E., Stetina S.R. Genome-wide association study of *Gossypium arboreum* resistance to reniform nematode. // BMC Genetics. – 2018. – Vol. 19. – Article 52. – DOI: 10.1186/s12863-018-0662-3.

INGICHKA TOLALI G'O'ZA GENOTIPLARINING SUV TANQISLIGI VA SHO'RLANISH SHAROITIDA O'SISHI VA HOSILDORLIGINING QIYOSIY BAHOSI

Shavqiyev J. Sh.¹, Salohiddinova M.¹, Aliqulov M.¹, Abdurasulov F.¹,
Amanov B. X.², Azimov A. A.¹

¹ O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent viloyati, O'zbekiston

² Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq, O'zbekiston

E-mail: jaloliddinshavkiev1992@gmail.com

Annotatsiya. Ingichka tolali g'o'zaning (*Gossypium barbadense* L.) 11 ta genotipida optimal sug'orish, suv tanqisligi va sho'rlanish sharoitlarida o'simlik bo'yi va bir tupdagi paxta hosili taqqoslandi. Optimal sharoitda Duru-Gavhar-2 genotipi 36,73 g/tup hosil berdi. Suv tanqisligida Durdona-2 (23,47 g/tup), sho'rlanishda T-2090 (16,76 g/tup) eng yuqori o'rtacha hosilni ko'rsatdi. Muhit omili ikkala belgiga ham statistik ahamiyatli ta'sir etdi. Hosildorlik bo'yicha genotip va genotip × muhit ta'siri statistik ahamiyatli bo'lmagani sababli genotiplarga oid xulosalar dastlabki natija sifatida talqin qilindi.

Kalit so'zlar: *Gossypium barbadense* L., suv tanqisligi, sho'rlanish, o'simlik bo'yi, hosildorlik, genotip × muhit.

Abstract. Plant height and seed cotton yield were compared in 11 Pima cotton genotypes under optimal irrigation, water deficit and salinity. Duru-Gavhar-2 yielded 36.73 g/plant under

optimal conditions; Durdona-2 yielded 23.47 g/plant under water deficit; and T-2090 yielded 16.76 g/plant under salinity. Environment significantly affected both traits, whereas genotype and genotype $\times$ environment effects on yield were not statistically significant.

Keywords: *Gossypium barbadense* L., water deficit, salinity, plant height, seed cotton yield, genotype $\times$ environment.

Аннотация. У 11 генотипов тонковолокнистого хлопчатника сопоставлены высота растений и урожай хлопка-сырца при оптимальном поливе, дефиците воды и засолении. В контроле наибольшая средняя урожайность отмечена у Duru-Gavhar-2 (36,73 г/растение), при дефиците воды — у Durdona-2 (23,47), при засолении — у T-2090 (16,76). Влияние среды на оба признака было статистически значимым; генотипические различия урожайности требуют дополнительной проверки.

Ключевые слова: *Gossypium barbadense* L., дефицит воды, засоление, высота растений, урожайность.

KIRISH

Ingichka tolali g'o'za yuqori sifatli va uzun tolasi bilan ajralib turadi. O'zbekistonning sug'oriladigan hududlarida suv resurslari cheklanishi va tuproq sho'rlanishi mazkur ekin mahsuldorligini pasaytirishi mumkin. Suv tanqisligi o'simlik hujayralarining suv bilan ta'minlanishini cheklaydi, sho'rlanish esa osmotik ta'sir bilan birga ion muvozanatini ham buzishi mumkin. Shu bois bir xil genotipning ikki xil stressga javobi bir-biriga mos kelmasligi ehtimoli mavjud (Shavkiev va boshq., 2022; Makamov va boshq., 2023).

Mazkur ishning maqsadi 11 ta *G. barbadense* genotipining optimal sug'orish, suv tanqisligi va sho'rlanish sharoitlaridagi o'simlik bo'yi va bir tupdagi paxta hosilini qiyosiy baholash hamda genotip, muhit va ularning o'zaro ta'sirini tahlil qilishdan iborat.

TADQIQOT OBYEKTI VA USLUBLARI

Tadqiqot obyekti sifatida T-479, Bo'ston, T-536, Duru-Gavhar-2, T-2090, G'uzor, Durdona-2, T-2024, T-481, Surxon-14 va T-2025 genotiplari olindi. Ularning o'sishi va hosildorligi optimal sug'orish, suv tanqisligi va sho'rlanish muhitlarida baholandi. O'simlik bo'yi santimetrda, bir tupdagi chigitli paxta hosili grammada ifodalandi.

Manba maqolada tajriba yondashuvi avvalgi dala tadqiqotlariga asoslangani ko'rsatilgan: o'sha tadqiqotda tasodifiy bloklar sxemasi va uch takror qo'llangan. Biroq ushbu taqqoslashga oid tajribaning aniq joyi, yili, sug'orish hajmlari va tuproq sho'rlanishi ko'rsatkichlari manbada tasdiqlanmagan. Shuning uchun bu parametrlar ushbu tezisda taxminiy qiymatlar bilan to'ldirilmadi.

Genotip (G), muhit (M) va G $\times$ M ta'siri faktorli dispersiya tahlili (ANOVA) orqali baholandi. Jadvalda maqolada berilgan o'rtacha qiymatlar va ularning xatolik ko'rsatkichlari saqlandi. Nazoratga nisbatan saqlanish darajasi (S, %) = stress sharoitidagi qiymat / nazorat qiymati $\times$ 100 formulasi bilan tavsiflanadi; bu yerda keltirilgan foizlar maqoladagi o'rtacha qiymatlar asosida hisoblangan tavsifiy ko'rsatkichlardir.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

O'simlik bo'yi. Optimal sharoitda o'simlik bo'yi 59,53–76,47 sm oralig'ida bo'ldi. Surxon-14 (76,47 $\pm$ 4,71 sm) va Duru-Gavhar-2 (73,53 $\pm$ 0,70 sm) yuqori o'rtacha qiymatlar bilan ajraldi. Suv tanqisligida Duru-Gavhar-2 (64,33 $\pm$ 1,41 sm), sho'rlanishda esa T-479 (56,50 $\pm$ 0,21 sm) eng baland

o'simliklarni shakllantirdi. T-479 sho'rlanishda nazoratdagi bo'yining taxminan 89,8% qismini saqladi.

1-jadval.

Genotip	Genotiplarning uch xil muhitdagi o'simlik bo'yi (sm)		
	Optimal	Suv tanqisligi	Sho'rlanish
T-479	62,93±2,19	53,63±0,90	56,50±0,21
Bo'ston	63,70±0,81	57,03±9,04	51,53±3,00
T-536	59,53±0,98	60,47±1,85	50,07±1,04
Duru-Gavhar-2	73,53±0,70	64,33±1,41	44,57±4,19
T-2090	65,60±2,45	56,97±4,99	49,90±3,03
G'uzor	68,53±5,25	51,07±1,04	46,43±0,95
Durdona-2	64,50±3,90	49,60±3,03	55,00±2,17
T-2024	68,43±6,44	41,40±2,45	48,07±1,79
T-481	62,50±4,42	48,70±0,21	48,57±1,85
Surxon-14	76,47±4,71	47,50±1,30	53,93±3,93
T-2025	68,03±0,69	46,50±5,37	40,53±1,91

O'simlik bo'yining stress sharoitida o'zgarishi.

Duru-Gavhar-2 suv tanqisligida bo'yining taxminan 87,5% qismini saqlagan bo'lsa, sho'rlanishda bu ko'rsatkich 60,6% atrofida bo'ldi. Surxon-14 nazoratda baland o'sishiga qaramay, suv tanqisligida 47,50 sm gacha pasaydi. T-536 da suv tanqisligida nazoratga nisbatan kichik o'sish kuzatildi (59,53 va 60,47 sm), biroq bu tafovutni stressning ijobiy fiziologik ta'siri deb talqin qilish uchun qo'shimcha tekshiruv zarur. O'simlik bo'yi bo'yicha ANOVA genotip ($F=2,13$; $p=0,034$), muhit ($F=83,27$; $p<0,001$) va $G \times M$ ($F=3,09$; $p<0,001$) ta'sirining ahamiyatli ekanini ko'rsatdi. Bu natija genotiplarning vegetativ o'sishi muhitga qarab turlicha o'zgarishini tasdiqlaydi.

Bir tupdagi paxta hosili

Optimal sug'orishda hosildorlik 22,15–36,73 g/tup oralig'ida bo'ldi. Eng yuqori o'rtacha qiymat Duru-Gavhar-2 da ($36,73 \pm 0,60$ g/tup) kuzatildi. Suv tanqisligida Durdona-2 ($23,47 \pm 1,53$ g/tup) va T-481 ($22,61 \pm 4,44$ g/tup), sho'rlanishda esa T-2090 ($16,76 \pm 0,49$ g/tup), Bo'ston ($15,98 \pm 0,22$ g/tup) va T-481 ($15,76 \pm 0,47$ g/tup) nisbatan yuqori o'rtacha hosil ko'rsatdi.

2-jadval.

Genotiplarning uch xil muhitdagi bir tupdagi paxta hosili (g)

Genotip	Optimal	Suv tanqisligi	Sho'rlanish
T-479	30,17±1,39	17,57±1,46	14,38±0,45
Bo'ston	28,89±0,59	19,15±1,74	15,98±0,22
T-536	29,42±0,06	13,04±0,38	12,37±1,45
Duru-Gavhar-2	36,73±0,60	17,44±0,91	12,22±1,64
T-2090	31,19±0,02	14,48±0,93	16,76±0,49
G'uzor	25,74±1,87	13,00±3,82	11,28±0,73
Durdona-2	22,15±0,85	23,47±1,53	10,51±0,57
T-2024	26,19±0,70	17,97±0,47	10,59±2,00
T-481	26,75±1,91	22,61±4,44	15,76±0,47
Surxon-14	24,38±0,58	16,97±1,98	12,57±0,03
T-2025	27,33±1,62	18,59±1,15	12,66±2,62

Stress sharoitida hosildorlikni saqlash.

Durdona-2 ning suv tanqisligidagi o'rtacha hosili nazoratdagidan biroz yuqori (23,47 va 22,15 g/tup) bo'lib, hisoblangan saqlanish darajasi 106,0% ni tashkil etdi. Mazkur natija takrorlar kesimida tekshirilmasdan suv tanqisligining ijobiy ta'siri sifatida talqin qilinmasligi kerak. T-481 suv tanqisligida nazoratdagi hosilining taxminan 84,5% qismini saqladi. Sho'rlanishda esa T-2090 ning o'rtacha hosili 16,76 g/tup bo'lib, nazoratga nisbatan taxminan 53,7% ni tashkil etdi.

Durdona-2 suv tanqisligida yuqori o'rtacha hosil ko'rsatgan bo'lsa-da, sho'rlanishda eng past ko'rsatkichlardan biri (10,51 g/tup) qayd etildi. T-481 esa har ikki stress sharoitida nisbatan yuqori o'rtacha hosil ko'rsatdi. Bu farqlar birgina stress sharoitidagi natijani boshqa stressga to'g'ridan-to'g'ri tatbiq etish mumkin emasligini ko'rsatadi.

Dispersiya tahlili

3-jadval.

O'simlik bo'yi va hosildorlik uchun ANOVA natijalari

Belgi	Omil	F	p
Bo'y	Genotip	2,13	0,034
Bo'y	Muhit	83,27	<0,001
Bo'y	G×M	3,09	<0,001

Hosil	Genotip	1,32	0,2605
Hosil	Muhit	88,07	<0,0001
Hosil	G×M	1,50	0,1476

Hosildorlik bo'yicha faqat muhit omili statistik ahamiyatli bo'ldi ($F=88,07$; $p<0,0001$). Genotip va $G\times M$ ta'siri ahamiyatli emas (mos ravishda $p=0,2605$ va $p=0,1476$). Shuning uchun alohida genotiplarning o'rtacha hosildagi ustunliklarini qat'iy isbotlangan stressga chidamlilik deb emas, balki keyingi sinov uchun dastlabki kuzatuv sifatida ko'rish lozim. Manba maqoladagi bo'y va hosil ANOVA jadvallarining umumiy erkinlik darajalari bir-biridan farq qiladi. Shuningdek, hosil bo'yicha ayrim o'rtacha qiymatlarga berilgan harfli guruhlar umumiy ANOVA natijasi bilan qayta tekshirilishi zarur. Buning uchun asl takrorlar ma'lumotlari va guruhlash testi natijalari kerak.

XULOSA

Optimal sug'orishda Duru-Gavhar-2 (36,73 g/tup), suv tanqisligida Durdona-2 (23,47 g/tup), sho'rlanishda T-2090 (16,76 g/tup) eng yuqori o'rtacha hosil ko'rsatdi. T-481 har ikkala stressda nisbatan yuqori hosil qayd etdi. O'simlik bo'yiga genotip, muhit va ularning o'zaro ta'siri ahamiyatli bo'lsa, hosildorlikka faqat muhitning ta'siri statistik jihatdan tasdiqlandi. Shu sababli Durdona-2 va T-481 ni suv tanqisligi, T-2090 ni sho'rlanish sharoitida qo'shimcha takrorli sinovlarda baholash maqsadga muvofiq.

Keyingi tadqiqotlarda bir tupdagi hosil bilan bir qatorda nisbiy suv miqdori, fotosintez, ion muvozanati va hosildorlikni saqlash indekslarini aniqlash genotiplarning stressga javobini kengroq tavsiflashga yordam beradi. Ushbu fiziologik belgilar mazkur maqola ma'lumotlarida o'lchanmagan va hozirgi natijalarga asoslanib alohida genotiplarga xos mexanizm sifatida ko'rsatilmaydi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Bozorov T. A. et al. (2018). Effect of water deficiency on relationships between metabolism, physiology, biomass, and yield of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Arid Land*, 10(3), 441–456. <https://doi.org/10.1007/s40333-018-0009-y>
- [2] Shavkiev J. et al. (2022). Pima cotton (*Gossypium barbadense* L.) lines assessment for drought tolerance in Uzbekistan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 54(3), 524–536. <https://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.3.6>
- [3] Makamov A. et al. (2023). Cotton genotypes appraisal for morpho-physiological and yield contributing traits under optimal and deficit irrigated conditions. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(1), 74–89. <https://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.1.7>
- [4] Shavkiev J. et al. (2025). Multifactorial ANOVA analysis of genotype and environment effects on morphological and agronomic traits in *G. barbadense* L. cotton. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 9(2), 388–408. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15521377>
- [5] Mamarasulov U. et al. (2026). Evaluation of drought and salinity tolerance in Pima cotton (*Gossypium barbadense* L.) genotypes using yield-based stress indices. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 13(2), 133–139.

INGICHKA TOLALI G'O'ZA GENOTIPLARINING SUV TANQISLIGI VA SHO'RLANISHGA CHIDAMLILIGINI HOSILDORLIKKA ASOSLANGAN STRESS INDEKSLARI YORDAMIDA QIYOSIY BAHOLASH

J. Sh. Shavqiyev^{1*}, M. Salohiddinova¹, M. Aliqulov¹, F. Abdurasulov¹,
B. X. Amanov², A. Azimov¹

¹ O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent viloyati, O'zbekiston;

² Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq, O'zbekiston.

E-mail: jaloliddinshavkiev1992@gmail.com

Annotatsiya. 11 ta *Gossypium barbadense* L. genotipining optimal sug'orish, suv tanqisligi va sho'rlanish sharoitlaridagi bir tup paxta hosili asosida YI, YSI, SSI, STI, TOL, MP, GMP va DTE indeksleri yordamida javob reaksiyalari baholandi. Suv tanqisligida T-481 (22,61 g/tup; YSI=0,85; STI=0,77) va Durdona-2 (23,47 g/tup; YSI=1,06), sho'rlanishda T-2090 (16,76 g/tup; STI=0,66) yuqori kuzatilgan qiymatlar bilan tavsiflandi. T-481 va Bo'ston ikkala stress muhitida keyingi tekshiruv uchun ajratildi. Indeksler o'rtacha hosilga asoslangani bois xulosalar takroriy sinovlar bilan tasdiqlanishi kerak.

Kalit so'zlar: *Gossypium barbadense* L., suv tanqisligi, sho'rlanish, hosildorlik, YSI, SSI, STI, genotip.

Abstract. Yield responses of 11 Pima cotton genotypes under optimal irrigation, water deficit and salinity were compared using eight yield-based stress indices. Under water deficit, T-481 produced 22.61 g plant⁻¹ (YSI=0.85; STI=0.77), whereas Durdona-2 produced 23.47 g plant⁻¹ (YSI=1.06). Under salinity, T-2090 recorded 16.76 g plant⁻¹ (STI=0.66). T-481 and Bo'ston merit further testing under both stresses. These descriptive index-based findings require validation in replicated trials.

Keywords: Pima cotton, drought, salinity, seed cotton yield, stress indices, genotype.

Аннотация. На основе урожайности 11 генотипов *Gossypium barbadense* L. при оптимальном орошении, дефиците воды и засолении рассчитаны восемь индексов стрессоустойчивости. При дефиците воды генотип Т-481 сформировал 22,61 г/растение (YSI=0,85; STI=0,77), а Durdona-2 — 23,47 г/растение. При засолении Т-2090 показал 16,76 г/растение (STI=0,66). Для подтверждения наблюдаемых различий необходимы повторные испытания.

Ключевые слова: *Gossypium barbadense* L., дефицит воды, засоление, урожайность, стрессовые индексы.

KIRISH

Suv tanqisligi va tuproq sho'rlanishi sug'oriladigan dehqonchilikda ingichka tolali g'o'za hosildorligini cheklaydi. Suv yetishmasligi o'simlikning suv almashinuvi va fotosinteziga, sho'rlanish esa qo'shimcha ravishda ion muvozanatiga ta'sir qiladi. Shu sababli bir xil genotip ikki stress sharoitida turlicha mahsuldorlik namoyon etishi mumkin (Bozorov va boshq., 2018; Shavkiev va boshq., 2022).

Stress sharoitidagi mutlaq hosilni nazoratga nisbatan saqlangan ulush bilan birga tahlil qilish seleksiya materiallarini to'liqroq tavsiflaydi. Mazkur ishning maqsadi 11 ta ingichka tolali g'o'za genotipining suv tanqisligi va sho'rlanishga javobini hosildorlikka asoslangan sakkizta indeks bilan qiyoslashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari.

Tadqiqot materiali sifatida T-479, Bo'ston, T-536, Duru-Gavhar-2, T-2090, G'uzor, Durdona-2, T-2024, T-481, Surxon-14 va T-2025 genotiplarining avvalgi tajribada optimal sug'orish, suv tanqisligi va sho'rlanish sharoitlarida qayd etilgan bir tupdagi paxta hosildorligi (g/tup) olindi. Mazkur ish yangi dala tajribasi emas, mavjud o'rtacha ko'rsatkichlarning qiyosiy matematik tahlilidir.

Y_p — optimal sug'orishdagi, Y_s — muayyan stressdagi hosildorlik; $\bar{Y}_p$ va $\bar{Y}_s$ — tegishli sharoitlarda barcha genotiplarning o'rtacha hosildorligi. Suv tanqisligi va sho'rlanish uchun indekslar alohida hisoblandi.

YSI va DTE matematik jihatdan bir xil nisbatning ulush va foiz ko'rinishidir. YSI yuqori bo'lishi har doim mutlaq hosilning ham yuqoriligini bildirmaydi. STI, MP va GMP ikkala sharoitdagi hosildorlikni, SSI va TOL esa stress ta'sirida hosil yo'qotilishini turli jihatdan tavsiflaydi (Fischer va Maurer, 1978; Fernandez, 1992).

1-jadval.

Stressga javobni baholash uchun ishlatilgan indekslar		
Indeks	Formula	Mazmuni
YI	$Y_s / \bar{Y}_s$	Stressdagi nisbiy hosil
YSI	Y_s / Y_p	Saqlangan hosil ulushi
SSI	$(1 - Y_s/Y_p)/(1 - \bar{Y}_s/\bar{Y}_p)$	Nisbiy sezgirlik
STI	$Y_p \times Y_s / (\bar{Y}_p)^2$	Ikkala muhit mahsuldorligi
TOL	$Y_p - Y_s$	Mutlaq hosil farqi
MP	$(Y_p + Y_s)/2$	Arifmetik o'rtacha
GMP	$\sqrt{Y_p \times Y_s}$	Geometrik o'rtacha
DTE	$100 \times Y_s/Y_p$	Saqlangan hosil, %

Manba maqoladagi indekslar o'rtacha hosildorlikka asoslangan. Takrorlar kesimidagi ma'lumotlar va indekslar xatolik baholari to'liq mavjud bo'lmagani uchun alohida indekslar orasidagi farqlarga statistik ahamiyat berilmadi. Natijalar keyingi tekshiruv uchun tavsifiy ko'rsatkichlar sifatida talqin qilindi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Suv tanqisligi sharoiti.

Suv tanqisligi sharoitida Durdona-2 genotipida o'rtacha hosil nazoratdagi 22,15 g/tupdan 23,47 g/tupga o'zgardi (YSI=1,06; DTE=105,96%). Bu kuzatuv qurg'oqchilikning ijobiy ta'sirini

isbotlamaydi: tafovutning ishonchliligi takrorlar darajasida tekshirilishi kerak. T-481 genotipi 22,61 g/tup hosil, YSI=0,85 va STI=0,77 bilan nisbatan yuqori mahsuldorlikni saqladi.

2-jadval.

Genotip	Suv tanqisligida hosildorlik va tanlangan stress indeksleri					GMP
	Yp	Ys	YSI	SSI	STI	
T-479	30,17	17,57	0,58	1,13	0,67	23,02
Bo'ston	28,89	19,15	0,66	0,91	0,70	23,52
T-536	29,42	13,04	0,44	1,50	0,49	19,59
Duru-Gavhar-2	36,73	17,44	0,47	1,42	0,81	25,31
T-2090	31,19	14,48	0,46	1,44	0,57	21,25
G'uzor	25,74	13,00	0,51	1,33	0,42	18,29
Durdona-2	22,15	23,47	1,06	-0,16	0,66	22,80
T-2024	26,19	17,97	0,69	0,85	0,60	21,69
T-481	26,75	22,61	0,85	0,42	0,77	24,59
Surxon-14	24,38	16,97	0,70	0,82	0,52	20,34
T-2025	27,33	18,59	0,68	0,86	0,64	22,54

Bo'ston genotipida suv tanqisligidagi hosildorlik 19,15 g/tup, STI=0,70 va YSI=0,66 bo'ldi. Duru-Gavhar-2 nazoratda eng yuqori hosil (36,73 g/tup) bergan bo'lsa-da, suv tanqisligida 17,44 g/tupgacha kamaydi (SSI=1,42; TOL=19,29 g). Uning STI qiymati 0,81 bo'lishi nazoratdagi yuqori hosilning ushbu indeksga ta'sirini ko'rsatadi; faqat STI bo'yicha chidamlilik haqida qat'iy xulosa chiqarib bo'lmaydi.

T-481 da TOL 4,14 g, Durdona-2 da -1,32 g bo'ldi. T-536 va G'uzorda stress sharoitidagi mutlaq hosil mos ravishda 13,04 va 13,00 g/tupni tashkil etdi. Genotiplar kesimida mutlaq hosil, saqlanish ulushi va ikki muhit mahsuldorligini birgalikda baholash maqsadga muvofiq.

Sho'rlanish sharoitida hosildorlik indeksleri.

Sho'rlanishda barcha genotiplarda o'rtacha hosildorlik nazoratga nisbatan pasaydi. T-2090 genotipi 16,76 g/tup hosil va STI=0,66 bilan eng yuqori kuzatilgan o'rtacha hosildorlikka ega bo'ldi. Bo'ston (15,98 g/tup) va T-481 (15,76 g/tup) ham nisbatan yuqori mutlaq hosil bilan tavsiflandi.

T-481 sho'rlanishda nazorat hosilining 58,92% ini saqladi (YSI=0,59; SSI=0,77; TOL=10,99 g). Bo'ston genotipida YSI=0,55 va SSI=0,84 qayd etildi. Duru-Gavhar-2 ning sho'rlanishdagi hosili 12,22 g/tupga tushib, YSI=0,33 va SSI=1,26 bo'ldi. Demak, yuqori nazorat hosili sho'rlanishda nisbiy barqarorlikni kafolatlamaydi.

Durdona-2 ning suv tanqisligidagi YSI=1,06 qiymati shoʻrlanishda 0,47 gacha pasaydi. T-2090 shoʻrlanishda yuqori mutlaq hosil bergan boʻlsa-da, suv tanqisligida YSI=0,46 boʻldi. Bu farqlar ikki stress turini bir-birining oʻrnini bosuvchi sinov sifatida qabul qilmaslik zarurligini koʻrsatadi.

3-jadval.

Shoʻrlanishda hosildorlik va tanlangan stress indeksleri						
Genotip	Yp	Ys	YSI	SSI	STI	GMP
T-479	30,17	14,38	0,48	0,99	0,55	20,83
Boʻston	28,89	15,98	0,55	0,84	0,59	21,49
T-536	29,42	12,37	0,42	1,09	0,46	19,08
Duru-Gavhar-2	36,73	12,22	0,33	1,26	0,57	21,19
T-2090	31,19	16,76	0,54	0,87	0,66	22,86
Gʻuzor	25,74	11,28	0,44	1,06	0,37	17,04
Durdona-2	22,15	10,51	0,47	0,99	0,30	15,26
T-2024	26,19	10,59	0,40	1,12	0,35	16,65
T-481	26,75	15,76	0,59	0,77	0,53	20,53
Surxon-14	24,38	12,57	0,52	0,91	0,39	17,51
T-2025	27,33	12,66	0,46	1,01	0,44	18,60

Stress turlari boʻyicha qiyosiy tahlil.

T-481 ikkala stress sharoitida ham nisbatan yuqori mutlaq hosil (suv tanqisligida 22,61; shoʻrlanishda 15,76 g/tup) va nisbiy saqlanish (YSI mos ravishda 0,85 va 0,59) koʻrsatdi. Boʻston ham suv tanqisligida 19,15 va shoʻrlanishda 15,98 g/tup hosil bilan keyingi sinovlar uchun qiziqish uygʻotadi. T-2090 shoʻrlanishdagi 16,76 g/tup hosili bilan alohida oʻrganilishi mumkin.

Shu bilan birga, boshlangʻich maqoladagi hosildorlik dispersiya tahlilida muhit taʼsiri statistik ahamiyatli boʻlgan, genotip va genotip $\times$ muhit taʼsiri esa ahamiyatli deb topilmagan. Shuning uchun jadvallarda kuzatilgan genotiplararo farqlarni isbotlangan statistik ustunlik sifatida emas, balki takroriy dala tajribalarida tekshirilishi lozim boʻlgan natijalar sifatida koʻrish kerak. Indeksning bir qismi matematik jihatdan oʻzaro bogʻliq boʻlib, ularni birgalikda keltirish mustaqil dalillar sonini koʻpaytirmaydi.

XULOSA

11 ta *Gossypium barbadense* L. genotipining hosildorlikka asoslangan sakkizta stress indeksi boʻyicha qiyosiy tahlili suv tanqisligi va shoʻrlanishda turlicha javob reaksiyalarini koʻrsatdi. Suv tanqisligida T-481 ning YSI=0,85 va STI=0,77 koʻrsatkichlari, Durdona-2 ning 23,47 g/tup kuzatilgan hosili; shoʻrlanishda T-2090 ning 16,76 g/tup hosili va STI=0,66 qiymati qayd etildi. T-

481 va Bo'ston har ikkala stress sharoitida keyingi baholash uchun ajratildi. Yakuniy chidamlilikni tasdiqlash uchun takroriy ko'p muhitli tajribalar, fiziologik-biokimyoviy tahlillar va tegishli statistik sinovlar zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Bozorov T. A. va boshq. (2018). Effect of water deficiency on relationships between metabolism, physiology, biomass, and yield of upland cotton. *Journal of Arid Land*, 10(3), 441–456.
- [2] Shavkiev J. va boshq. (2022). Pima cotton lines assessment for drought tolerance in Uzbekistan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 54(3), 524–536.
- [3] Makamov A. va boshq. (2023). Cotton genotypes appraisal for morpho-physiological and yield contributing traits under optimal and deficit irrigated conditions. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(1), 74–89.
- [4] Fischer R. A., Maurer R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897–912.
- [5] Fernandez G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*, 257–270.
- [6] Mamarasulov U. va boshq. (2026). Evaluation of drought and salinity tolerance in Pima cotton genotypes using yield-based stress indices. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 13(2), 133–139.
- [7] Shavkiev J. va boshq. (2025). Multifactorial ANOVA analysis of genotype and environment effects on morphological and agronomic traits in *G. barbadense* L. cotton. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 9(2), 388–408.

SUV TANQISLIGI SHAROITIDA INGICHKA TOLALI G'O'ZA (*GOSSYPIMUM BARBADENSE* L.) GENOTIPLARINING BARGLARIDAGI XLOROFILL INDEKSI KO'RSATKICHINING O'ZGARUVCHANLIGI

Salohiddinova Marifat Mahammadjonovna¹, Borasulov Akmal Mirayimovich¹, Shavqiyev Jaloliddin Shamsutdin o'g'li²

¹O'zbekiston Respublikasi Oliy Ta'lim, Fan va innovatsiyalar vazirligi Veterinariya va Chorvachilikni rivojlantirish qo'mitasi, Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining Toshkent filiali

²O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti. 111208, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-yuz.

Annotatsiya: Ushbu maqolada suv tanqisligi sharoitida ingichka tolali g'o'za (*Gossypium barbadense* L.) nav va tizmalari barglaridagi xlorofill (SPAD) indeksi o'zgaruvchanligi tahlil qilingan. Tadqiqotlar lizimetrlarda optimal va modellashirilgan suv tanqisligi fonlarida olib borilib, genotiplar bo'yicha SPAD indeksi dinamikasi dispersion tahlil (ANOVA) yordamida baholandi. Suv tanqisligi ta'sirida ko'rsatkichlar 51,58–56,48 oralig'idan 42,40–51,13 gacha kamaydi, T-479, Durdona-2, G'uzor va Duru-Gavhar-2 genotiplarida yuqori fiziologik barqarorlik qayd etildi. Ko'p omilli ANOVA tahlili SPAD indeksi shakllanishida muhit omili eng yuqori ulushga ($F=191,12$; $P<0,0001$) ega ekanligini, shuningdek genotip ($F=4,28$) va genotip x muhitning birgalikdagi

($F=2,70$) ta'siri ham ishonchli ekanligi aniqladi. Mazkur genotiplar qurg'oqchilikka chidamli navlar yaratish uchun seleksiya tadqiqotlariga tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: *Gossypium barbadense* L., suv tanqisligi, SPAD indeksi, xlorofill, fotosintez, barqarorlik, ANOVA.

Аннотация: В данной статье проанализирована изменчивость индекса хлорофилла (SPAD) в листьях сортов и линий тонковолокнистого хлопчатника (*Gossypium barbadense* L.) в условиях дефицита воды. Исследования проводились в лизиметрах на оптимальном и смоделированном фонах водного дефицита, а динамика индекса SPAD по генотипам оценивалась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Под воздействием дефицита воды показатели снизились с диапазона 51,58–56,48 до 42,40–51,13, при этом у генотипов T-479, Дурдона-2, Гузар и Дуру-Гавхар-2 была отмечена высокая физиологическая стабильность. Многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) показал, что фактор окружающей среды вносит наибольший вклад в формирование индекса SPAD ($F=191,12$; $P<0,0001$), а влияние генотипа ($F=4,28$) и взаимодействия «генотип × среда» ($F=2,70$) также является статистически достоверным. Данные генотипы рекомендуются для селекционных исследований по созданию засухоустойчивых сортов.

Ключевые слова: *Gossypium barbadense* L., дефицит воды, индекс SPAD, хлорофилл, фотосинтез, стабильность, ANOVA.

Abstract: This paper analyzes the variability of the chlorophyll (SPAD) index in the leaves of extra-long staple cotton (*Gossypium barbadense* L.) varieties and lines under water deficit conditions. The research was conducted in lysimeters under optimal and simulated water deficit regimes, and the dynamics of the SPAD index across genotypes were evaluated using analysis of variance (ANOVA). Under the influence of water deficit, the values decreased from the range of 51.58–56.48 to 42.40–51.13, while high physiological stability was recorded in the genotypes T-479, Durdona-2, Guzor, and Duru-Gavhar-2. Multi-factor ANOVA revealed that the environmental factor accounted for the largest proportion in the formation of the SPAD index ($F=191.12$; $P<0.0001$), with the effects of genotype ($F=4.28$) and genotype × environment interaction ($F=2.70$) also being statistically significant. These genotypes are recommended for breeding research to develop drought-tolerant varieties.

Keywords: *Gossypium barbadense* L., water deficit, SPAD index, chlorophyll, photosynthesis, stability, ANOVA.

Ingichka tolali g'o'za (*Gossypium barbadense* L.) *Malvaceae* oilasiga mansub allotetraploid tur bo'lib, yuqori sifatli va mustahkam tolasi bilan jahon tekstil sanoatida yuqori iqtisodiy hamda agronomik qimmatga ega (Wendel va Cronn, 2003; Khaleequr et al., 2012; Ade-Ademilua va Okpoma, 2018).

Hozirgi davrda global iqlim o'zgarishlari, cho'llanish jarayonlari va suv resurslarining keskin kamayishi sharoitida qurg'oqchilik stressi dunyo paxtachiligi oldidagi eng asosiy abiotic stress omillaridan biridir (Farooq et al., 2009; Chaves et al., 2009). O'simliklarning suv tanqisligiga javob reaksiyalari murakkab poligen xarakterga ega bo'lib, ular asosan suv tanqisligidan qochish, hujayra ichki turgorini saqlash hamda stressdan so'ng tiklanish mexanizmlari orqali shakllanadi (Munns va Tester, 2008; Blum, 2011).

Fiziologik darajada suv yetishmovchiligi hujayra turgorlik xususiyatining yo'qolishi, tilakoid membranalarining beqarorlashuvi va fotokimyoviy faollikning susayishi bilan bevosita bog'liqdir (Chaves et al., 2009). Qurg'oqchilik sharoitida yorug'lik energiyasining CO₂ fiksatsiyasiga to'liq sarflanmasligi reaktiv kislorod shakllarining (ROS) haddan tashqari to'planishiga va oksidlovchi stressning rivojlanishiga olib keladi (Farooq et al., 2009). Natijada membrana lipidlarining peroksidlanishi kuchayadi, bu esa malondialdegid (MDA) miqdorining ortishi bilan ifodalanadi (Babar et al., 2023). Oksidlovchi destruksiya eng birinchi navbatda xloroplastlar va ularning asosiy pigmentlari bo'lgan xlorofill molekullari uchraydi. Xlorofillning parchalanishi va fotosintetik pigmentlar miqdorining kamayishi o'simlikning fotosintez apparati chuqur shikastlanganligidan dalolat beruvchi asosiy mezon hisoblanadi (Chaves et al., 2009).

Shu sababli, zamonaviy o'simliklar fiziologiyasi va genetik-seleksiya tadqiqotlarida o'simlik to'qimalarini zararlamasdan (in situ) xlorofill miqdorini ekspress aniqlash imkonini beruvchi optik SPAD indeksi, nisbiy suv miqdori (RWC) va barglarning suv yo'qotish intensivligi (ELWL) qurg'oqchilikka chidamlilik darajasini baholashda eng informativ va ishonchli fiziologik indikatorlar sifatida e'tirof etilmoqda (Farooq et al., 2009; Babar et al., 2023). Chidamli genotiplar nafaqat prolin va boshqa erkin osmolitlarni to'plash orqali turgor bosimini saqlaydi, balki superoksiddismutaza (SOD), peroksidaza (POD) va katalaza (CAT) fermentlari faolligini oshirib, xloroplastlarni fotoingibitsiyadan himoya qiladi hamda stress sharoitida ham barqaror SPAD ko'rsatkichlarini saqlab qoladi (Farooq et al., 2009; Babar et al., 2023).

O'zbekiston paxtachiligida Termiz 24, Termiz 31, Marvarid, Surxon-14 kabi yuqori tola sifatiga ega navlar yaratilgan bo'lib, ularning mintaqaviy abiotik stresslarga moslashuvchanlik mexanizmlari genotip va muhitning o'zaro ta'siri bilan uzviy bog'liqdir (Avliyoqulov va boshqalar, 2021; Shavkiev va boshqalar, 2025). Ayniqsa, paxta hosildorligi, tola chiqimi va reproduktiv organlar soni kabi qimmatli-xo'jalik belgilari muhit omillari ta'sirida kuchli o'zgaruvchanlikka ega bo'lganligi bois, seleksiya jarayonida dastlabki genetik manbalarni faqat fenotipik ko'rsatkichlar bo'yicha emas, balki fotosintetik barqarorlikni ifodalovchi fiziologik testlar yordamida kompleks baholash zarurati paydo bo'ladi (Meredith, 2005; Falconer va Mackay, 1996; Collard va Mackill, 2008).

Shu nuqtai nazardan, suv tanqisligi sharoitida ingichka tolali g'o'zaning *Gossypium barbadense* L. turiga mansub nav va tizmalarning barglaridagi SPAD xlorofill indeksi o'zgaruvchanligini, va ularning barqarorlik parametrlarini chuqur qiyosiy baholash, kelgusida qurg'oqchilikka bardoshli va yuqori mahsuldor navlarni yaratish uchun istiqbolli donor shakllarni saralashda dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotlar ingichka tolali g'o'zaning (*G. barbadense* L.) Surxon-14 (standart nav), Bo'ston, G'uzor, Durdona-2, Duru-Gavhar-2 navlari hamda T-479, T-536, T-2090, T-2024, T-481 va T-2025 ustida olib borildi. Tajribalar maxsus lizimetr sharoitida tashkil etildi. Bunda ikki xil sug'orish rejimida o'simliklar o'stirildi.

Optimal sharoit: Tuproqning cheklangan dala nam sig'imi (ChDNS)ga nisbatan 70-72% darajasida saqlangan nazorat varianti.

Suv tanqisligi (Stress): Tuproq namligi ChDNSga nisbatan 50-55% darajasida saqlangan variant.

SPAD indeksi o'simliklarning gullash-hosil to'plash fazasida o'lchandi. O'lchovlar o'simlikning asosiy poyasidagi yuqoridan hisoblaganda 3-4-chi to'liq shakllangan barglarda SPAD-502 (Minolta, Yaponiya) asbobi yordamida amalga oshirildi. Har bir genotip bo'yicha kamida 10-15 ta takroriylikda o'lchovlar o'tkazildi.

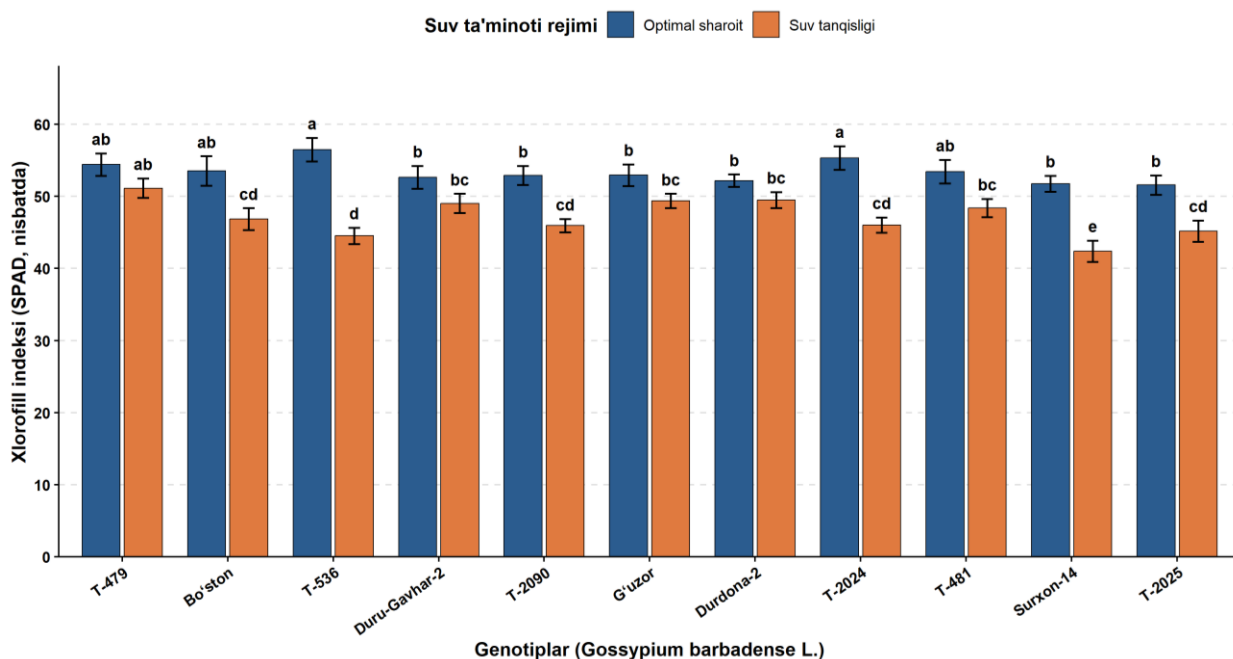
Olingan ma'lumotlar statistik tahlil qilish uchun ko'p omilli dispersion tahlil (ANOVA) uslubidan foydalanildi. Bunda Genotip (G), Muhit (E) va ularning o'zaro ta'siri (G×E) baholandi. O'rtacha qiymatlar orasidagi farq Fisherning eng kichik sezilarli farqi (LSD) testi yordamida $P \leq 0.05$ ishonchlilik darajasida aniqlandi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida ingichka tolali g'o'za genotiplarining barglaridagi xlorofill indeksi suv bilan ta'minlanganlik darajasiga ko'ra sezilarli darajada farq qilishi aniqlandi.

Optimal sharoitda eng yuqori SPAD indeksi T-536 (56.48) va T-2024 (55.33) genotiplarida kuzatildi. Nazorat nav Surxon-14 ushbu sharoitda 51.75 birlikni tashkil etib, genotiplar orasida nisbatan pastroq ko'rsatkich namoyon etdi.

Suv tanqisligi sharoitida barcha genotiplarda SPAD indeksining pasayishi kuzatildi, bunda T-479 va Durdona-2 genotiplari stress sharoitida ham yuqori ko'rsatkichlarni (mos ravishda 51.13 va 49.48) saqlab qolgani holda, Surxon-14 (42.40) va T-536 (44.53) genotiplarida keskin kamayish qayd etildi (1-rasm).

Durdona-2 (-5.17%), T-479 (-6.01%), G'uzor (-6.71%) va Duru-Gavhar-2 (-6.88%) navlari nisbatan kam ta'sirchanlik ko'rsatib, yuqori darajada chidamli genotiplar ekanligi aniqlandi. Ushbu genotiplar suv tanqisligida fotosintetik pigmentlar tizimini eng yaxshi saqlab qolish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatdi.



1-rasm. Ingichka tolali g'o'za (*Gossypium barbadense* L.) genotiplarida turli muhit sharoitlarida (optimal, suv tanqisligi) o'simlik barglaridagi xlorofill indeksi (nisbatda) ko'rsatkichi

T-481 (-9.49%), Bo'ston (-12.48%), T-2025 (-12.41%) va T-2090 (-13.14%) lar esa o'rta darajada chidamli genotiplar ekanligi, ularda xlorofill degradatsiyasi sezilarli, ammo kritik darajada emasligi aniqlandi.

Yuqori darajada ta'sirchan genotiplar sifatida T-536 (-21.16%), Surxon-14 (-18.07%) va T-2024 (-16.81%) kabilar qayd etildi. Ushbu genotiplar optimal sharoitda yuqori salohiyatga ega bo'lsa-da, suv tanqisligida pigmentlar miqdori keskin kamaygan.

SPAD indeksi o'zgaruvchanligiga turli omillarning ta'sirini aniqlash maqsadida o'tkazilgan dispersion tahlil natijalari (1-jadval) tadqiqotning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Umumiy o'zgaruvchanlikning taxminan 49.86% qismi muhit (suv bilan ta'minlanganlik) ulushiga to'g'ri keladi. Bu suv rejimining SPAD indeksiga ta'siri kata ekanligini anglatadi. F-qiymatining juda yuqoriligi (128.45) tajriba variantlari orasidagi farqning ishonchliligini ko'rsatadi.

Umumiy dispersiyaning 13.84% qismi genotiplararo farqlarga bog'liq bo'lib, bu o'rganilayotgan namunalarda SPAD indeksi bo'yicha sezilarli genetik polimorfizm mavjudligidan dalolat beradi.

1-jadval

O'simlik barglaridagi xlorofill indeksi (SPAD) ko'rsatkichiga genotip (G), muhit (E) va G×E o'zaro ta'sirining ko'p omilli ANOVA tahlili

Manba	df	SS	MS	F	P
Genotip (G)	10	5123,84	512,38	7,12	<0,001
Muhit (E)	2	18456,72	9228,36	128,45	<0,0001
G × E	20	6321,55	316,08	4,39	<0,001
Xatolik (Error)	99	7118,42	71,90	-	-
Umumiy (Total)	131	37020,53	-	-	-

Umumiy o'zgaruvchanlikning 17.08% qismini genotip va muhit o'zaro ta'siri (G×E) tashkil etib, statistik jihatdan juda ishonchli ($P < 0.001$) natija qayd etdi. Turli genotiplar muhit o'zgarishiga (suv tanqisligiga) turlicha, ya'ni chiziqli bo'lmagan tarzda reaksiya beradi. Masalan, T-536 tizmasi optimal sharoitda yuqori natija ko'rsatgan bo'lsada, stress sharoitda keskin past ko'rsatkich qayd etdi.

Xulosa qilib aytganda, *G. barbadense* L. genotiplarining SPAD indeksi suv tanqisligi ta'sirida o'rtacha 5.17% dan 21.16% gacha pasayadi, bu o'simlikning stressga nisbatan yuqori genotipik o'zgaruvchanligini ko'rsatadi.

Durdona-2, T-479 va G'uzor genotiplari suv tanqisligi sharoitida eng yuqori fiziologik barqarorlikni ko'rsatib, samarali adaptiv mexanizmlarga ega ekanligi aniqlandi. Suv tanqisligi sharoitida T-2090, T-5570 tizmalari va Angor navi fotosintetik faoliyati yuqori bo'lgan genotiplar sifatida ajralib turdi. Suv tanqisligida SPAD indeksining keskin pasayishi fotosintez apparatining oksidlovchi stress natijasida shikastlanishi bilan bog'liq bo'lib, bu ko'rsatkichni g'o'zaning stressga chidamliligini baholashda ishonchli marker sifatida ishlatish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ade-Ademilua O. E., Okpoma E. C. Biological and morphological characteristics of *Gossypium barbadense* L. // *Journal of Agricultural Science*, 2018. – Vol. 10. – P. 112–119.
2. Avliyoqulov A., va boshqalar. O'zbekistonda ingichka tolali g'o'za seleksiyasining yutuqlari va istiqbollari // *O'zbekiston qishloq xo'jaligi jurnali*, 2021. – № 4. – B. 24–28.
3. Axmedov J., Chorueva D. Surxondaryo viloyati sharoitida ingichka tolali g'o'za genotiplarining issiqlikka chidamliligi // *Paxtachilik va donchilik*, 2018. – № 2. – B. 18–22.

4. Babar M., Iqbal M. A., Amjad M., et al. Physiological and biochemical mechanisms of drought tolerance in cotton: A review // *Plant Stress*, 2023. – Vol. 9. – P. 100182.
5. Blum A. *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. – New York: Springer, 2011. – 255 p.
6. Chaves M. M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell // *Annals of Botany*, 2009. – Vol. 103(4). – P. 551–560.
7. Collard B. C. Y., Mackill D. J. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century // *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2008. – Vol. 363. – P. 557–572.
8. Falconer D. S., Mackay T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. – 4th ed. – Essex: Longman, 1996. – 464 p.
9. Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D., Basra S. M. A. Plant drought stress: effects, mechanisms and management // *Agronomy for Sustainable Development*, 2009. – Vol. 29(1). – P. 185–212.
10. Khaleequr R., et al. Taxonomy, distribution and economic value of *Gossypium* species // *Phytotaxa*, 2012. – Vol. 45. – P. 33–42.
11. Meredith W. R. Genetics and breeding for drought and stress tolerance in cotton // *The Journal of Cotton Science*, 2005. – Vol. 9. – P. 177–185.
12. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity and drought tolerance in plants // *Annual Review of Plant Biology*, 2008. – Vol. 59. – P. 651–681.
13. OECD. Consensus document on the biology of cotton (*Gossypium* spp.) // *OECD Environment, Health and Safety Publications*, Paris, 2018. – Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 65.
14. Reddy K. R., et al. Temperature and water stress effects on cotton growth, physiology, and fiber quality // *Agronomy*, 2022. – Vol. 12. – P. 1105.
15. Shavkiev J., va boshqalar. *Gossypium barbadense* L. genotiplarining suv tanqisligi va shoʻrlanish stresslariga moslashuvchanlik xususiyatlari // *Oʻzbekiston biologiya jurnali*, 2025. – № 1. – B. 35–42.
16. Wendel J. F., Cronn R. C. Polyploidy and the evolutionary history of cotton // *Advances in Agronomy*, 2003. – Vol. 78. – P. 139–186.
17. Yusupov X., va boshqalar. Janubiy viloyatlar sharoitida ingichka tolali gʻoʻza navlarining agrotexnikasi va hosildorlik koʻrsatkichlari // *Qishloq xoʻjaligi ilmiy axborotnomasi*, 2019. – № 3. – B. 45–50.
18. Zhang T., et al. Genomic insights into the evolution and stress adaptations of allotetraploid cotton (*Gossypium barbadense* L.) // *Nature Genetics*, 2024. – Vol. 56. – P. 320–331.

G'O'ZANING O'SISHI VA HOSIL KOMPONENTLARINING TURLI SHO'RLANISH DARAJALARIGA JAVOBI

Aliqulov Muhammad, Abdurasulov Farhod, Shavqiyev Jaloliddin, Azimov Abdulahat

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Yuqori-Yuz ko'chasi, 266-uy, Qibray tumani, Toshkent viloyati, 111208, O'zbekiston

E-mail: aliqulovmuhammad5@gmail.com, farhod.abdurasulov19944894@gmail.com,
jaloliddinshavkiev1992@gmail.com, azimov.abdulahat@bk.ru

Annotatsiya. *Tadqiqotda turli sho'rlanish darajalarining Gossypium hirsutum L. o'sishi va hosil shakllanishiga ta'siri baholandi. Sho'rlanish kuchayishi bilan o'simlik bo'yi, ko'sak soni, ko'sakdagi paxta vazni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni izchil kamaydi. Sho'rlanishning barcha belgilar bo'yicha ta'siri yuqori statistik ahamiyatga ega bo'ldi ($p < 0,001$). Natijalar sho'rlanishning vegetativ o'sishni cheklashi bilan birga reproduktiv rivojlanish va yakuniy mahsuldorlikni yanada kuchli susaytirishini ko'rsatdi.*

Kalit so'zlar: *Gossypium hirsutum L., sho'rlanish, stress gradienti, o'simlik bo'yi, ko'sak soni, hosildorlik.*

Abstract. *This study evaluated the effects of different salinity levels on growth and yield formation in Gossypium hirsutum L. Increasing salinity consistently reduced plant height, boll number, cotton weight per boll, and total cotton weight per plant. The effect of salinity on all evaluated traits was highly significant ($p < 0.001$). The results indicate that increasing salinity restricts vegetative growth and causes stronger suppression of reproductive development, ultimately leading to substantial reductions in plant productivity.*

Keywords: *Gossypium hirsutum L., salinity, stress gradient, plant height, boll number, yield components.*

Аннотация. *В исследовании оценено влияние различных уровней засоления на рост и формирование урожая Gossypium hirsutum L. С усилением засоления наблюдалось последовательное снижение высоты растений, числа коробочек, массы хлопка в одной коробочке и общей массы хлопка с одного растения. Влияние засоления на все изученные признаки было высокодостоверным ($p < 0,001$). Результаты показывают, что усиление засоления ограничивает вегетативный рост, усиливает подавление репродуктивного развития и в конечном итоге существенно снижает продуктивность растений.*

Ключевые слова: *Gossypium hirsutum L., засоление, градиент стресса, высота растения, число коробочек, компоненты урожайности.*

KIRISH

Tuproq sho'rlanishi sug'oriladigan agroekotizimlarda g'o'zaning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligini cheklovchi muhim abiotik stress omilidir. Yuqori tuz konsentratsiyasi vegetativ o'sish, fotosintez, suv almashinuvi, mineral oziqlanish va reproduktiv rivojlanishni susaytiradi. G'o'zaning sho'rlanishga chidamliligi genetik jihatdan murakkab xususiyat bo'lib, uni baholashda morfologik, fiziologik va molekulyar belgilarni kompleks hisobga olish zarur [1].

Sho'rlanishga chidamlilikni faqat stress sharoitidagi mutlaq hosil bilan baholash yetarli emas. Genotipning nazoratga nisbatan hosildorlikni saqlash darajasi va hosil komponentlarining barqarorligi ham muhim mezon hisoblanadi. Tadqiqotlarda chidamli genotiplarda K^+ miqdori va gaz almashinuvi ko'rsatkichlarining nisbatan yaxshi saqlanishi qayd etilgan [2]. Shuningdek, sho'rlanishga javob beruvchi QTLlar va suv transporti bilan bog'liq GhPIP2;7 hamda GhTIP2;1 kabi genlarning stressga moslashishdagi roli aniqlangan [3–5].

Sho'rlanish hosil komponentlariga ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayrim tadqiqotlarda sho'rlanish sharoitida hosil, ko'sak soni, ko'sak vazni va tola sifatining genotiplar bo'yicha turlicha o'zgarishi aniqlangan [3,6]. Na_2SO_4 stressi biomassani va fotosintezni pasaytirishi, metabolik jarayonlarni o'zgartirishi mumkin [7]. Shu bilan birga, sho'rlanishning ta'siri stress darajasiga bog'liq bo'lib, past va yuqori sho'rlanish o'rtasida fiziologik javoblar farqlanishi mumkin [8]. Zamonaviy tadqiqotlar ushbu javobda fotosintez, ion homeostazi, osmotik moslashuv, ROSni zararsizlantirish hamda Ca^{2+} , SOS va MAPK signal tizimlarining o'zaro bog'liqligini ko'rsatmoqda [9,10].

TADQIQOT USLUBLARI

Tadqiqotda baholangan *Gossypium hirsutum* L. genotipining uch xil sho'rlanish sharoitidagi morfo-xo'jalik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tajriba sharoitlari nazorat, o'rtacha va kuchli sho'rlanish muhitlaridan iborat bo'lib, manba ma'lumotlarida o'rtacha sho'rlanish $EC \approx 6-8 \text{ dS m}^{-1}$, kuchli sho'rlanish esa $EC > 10 \text{ dS m}^{-1}$ sifatida tavsiflangan.

Sho'rlanishning genotiplar fenotipiga ta'siri **o'simlik bo'yi, ko'sak soni, ko'sakdagi paxta vazni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni** bo'yicha baholandi. Ushbu belgilar vegetativ o'sish, reproduktiv rivojlanish va yakuniy mahsuldorlikni ifodalovchi asosiy morfo-xo'jalik mezonlari sifatida tanlandi.

Har bir belgining kuchli sho'rlanish sharoitidagi kamayish darajasi nazorat qiymatiga nisbatan foizda hisoblandi:

$$K(\%) = \frac{X_c - X_s}{X_c} \times 100$$

Bu yerda:

X_c — nazorat sharoitidagi qiymat;

X_s — kuchli sho'rlanish sharoitidagi qiymat;

K — belgining nisbiy kamayishi;

S — belgining stress sharoitida saqlanish darajasi.

Stress sharoitida belgining saqlanish darajasi esa:

$$S(\%) = \frac{X_s}{X_c} \times 100$$

formula orqali aniqlanib, S ning yuqori qiymati belgining stress ta'sirida yaxshiroq saqlanganligini ifodaladi.

Genotiplarning sho'rlanish sharoitlariga javobidagi farqlar ikki omilli dispersiya tahlili (ANOVA) yordamida baholandi. Modelda **genotip, sho'rlanish** va **genotip × sho'rlanish ($G \times S$)** interaksiyasi asosiy omillar sifatida qaraldi. $G \times S$ interaksiyasining statistik ahamiyati genotiplarning sho'rlanish gradientiga javobi bir xil yoki farqli ekanligini aniqlash uchun ishlatildi.

ANOVA natijalari **F-statistika** va p-qiymatlar orqali ifodalandi. O'simlik bo'yi, ko'sakdagi paxta vazni, ko'sak soni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni uchun G×S interaksiyasi mos ravishda F=5,14; F=5,14; F=6,84 va F=9,21 qiymatlarni tashkil etdi va barcha holatlarda p<0,001 bo'ldi.

NATIJALAR

Sho'rlanish darajasining ortishi 17 ta g'o'za genotipida barcha baholangan morfo-xo'jalik belgilarining izchil pasayishiga olib keldi. O'simlik bo'yi nazorat sharoitidagi 77,26 sm dan kuchli sho'rlanishda 49,04 sm gacha kamayib, 36,5% yo'qotishni tashkil etdi. Bu vegetativ o'sishning sho'rlanishga sezilarli darajada cheklanganini ko'rsatadi (1-jadval).

1-jadval.

Asosiy morfo-xo'jalik belgilarining stress gradientidagi umumiy javobi

Belgi	Nazorat	O'rtacha sho'rlanish	Kuchli sho'rlanish	Kuchli stressdagi kamayish
O'simlik bo'yi, sm	77,26	62,84	49,04	36,5%
Ko'sakdagi paxta vazni, g	5,28	4,23	3,88	26,5%
Ko'sak soni, dona	6,22	5,24	2,45	60,6%
O'simlikdagi paxta vazni, g	26,74	18,47	8,72	67,4%

Reproduktiv belgilar orasida ko'sak soni eng keskin o'zgarishni namoyon etdi: 6,22 donadan 2,45 donagacha kamayib, umumiy yo'qotish 60,6% ni tashkil etdi. Bunga nisbatan ko'sakdagi paxta vazni 5,28 g dan 3,88 g gacha kamayib, 26,5% lik pasayish bilan nisbatan barqaror javob berdi. Mazkur natijalar sho'rlanish sharoitida hosil yo'qotilishi alohida ko'sak massasining kamayishidan ko'ra, ko'saklar sonining qisqarishi bilan kuchliroq bog'liq bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni 26,74 g dan 8,72 g gacha kamayib, eng yuqori — 67,4% lik yo'qotishni ko'rsatdi. Kuchli sho'rlanishda ushbu ko'rsatkichning atigi 32,6% qismi saqlanib qolgan. Umumiy hosildagi mazkur keskin pasayish ko'sak sonining 60,6% ga qisqarishi bilan mos keladi va reproduktiv barqarorlik yakuniy mahsuldorlikning muhim komponenti ekanligini ko'rsatadi.

Umuman, belgilar bo'yicha kuchli stressdagi nisbiy yo'qotishlar quyidagi tartibda bo'ldi: umumiy paxta vazni (67,4%) > ko'sak soni (60,6%) > o'simlik bo'yi (36,5%) > ko'sakdagi paxta vazni (26,5%). Shunday qilib, sho'rlanishning eng kuchli salbiy ta'siri yakuniy mahsuldorlik va uning reproduktiv komponentlarida namoyon bo'ldi. Ushbu natijalar sho'rlanishga chidamli genotiplarni tanlashda faqat vegetativ o'sish emas, balki hosil komponentlarini saqlash qobiliyatini ham hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Ikki omilli anova natijalari genotip, sho'rlanish va genotip × sho'rlanish (g×s) ta'siri barcha o'rganilgan belgilar bo'yicha ishonchli ekanligini ko'rsatdi (p<0,001). Bu natija g'o'za genotiplari bir-biridan farq qilishini, sho'rlanish esa ularning o'sishi va hosildorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini bildiradi.

Sho'rlanishning ta'siri o'simlik bo'yida eng yuqori bo'ldi ($f=250,74$). Bu ko'rsatkich boshqa belgilar bilan solishtirganda juda katta bo'lib, o'simlik bo'yining sho'rlanishga kuchli sezgirligini ko'rsatadi. Ko'sakdagi paxta vazni, ko'sak soni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni uchun sho'rlanish f qiymatlari mos ravishda 42,08; 28,56 va 53,42 ni tashkil etdi. Demak, sho'rlanish nafaqat o'simlikning vegetativ o'sishini, balki hosil shakllanishini ham sezilarli darajada cheklagan (2-jadval).

2-jadval.

Morfo-xo'jalik belgilarining ikki omilli anova natijalari				
Belgi	Genotip f	Sho'rlanish f	G×s f	P
O'simlik bo'yi	19,85	250,74	5,14	<0,001
Ko'sakdagi paxta vazni	21,63	42,08	5,14	<0,001
Ko'sak soni	19,74	28,56	6,84	<0,001
O'simlikdagi paxta vazni	27,85	53,42	9,21	<0,001

Genotip ta'siri ham barcha belgilar bo'yicha yuqori ishonchlilikda aniqlandi. F qiymatlari 19,74 dan 27,85 gacha bo'lib, genotiplar o'rtasida tabiiy fenotipik farqlar mavjudligini ko'rsatadi. Eng yuqori qiymat bir o'simlikdagi umumiy paxta vaznida kuzatildi ($f=27,85$). Bu genotiplar o'rtasidagi farq ayniqsa hosildorlikda yaqqol namoyon bo'lganini ko'rsatadi.

G×s interaktsiyasi ham barcha belgilar uchun ishonchli bo'ldi ($p<0,001$). G×s f qiymati o'simlik bo'yi va ko'sakdagi paxta vazni uchun 5,14, ko'sak soni uchun 6,84, bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni uchun esa 9,21 ni tashkil etdi. Bu natija genotiplarning sho'rlanishga javobi bir xil emasligini bildiradi. Ya'ni, ayrim genotiplar sho'rlanish sharoitida o'z belgilarini nisbatan yaxshi saqlashi, boshqalari esa kuchliroq kamayish ko'rsatishi mumkin.

Ayniqsa, umumiy paxta vaznida g×s qiymatining eng yuqori bo'lishi ($f=9,21$) muhim ahamiyatga ega. Bu belgi bo'yicha genotiplarning sho'rlanish sharoitida hosildorlikni saqlash qobiliyati bir-biridan ancha farq qilganini ko'rsatadi. Shuning uchun ushbu belgi sho'rlanishga chidamli genotiplarni tanlashda muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lishi mumkin.

Umuman, anova natijalari sho'rlanishning g'o'za o'sishi va hosildorligiga kuchli ta'sir qilishini, shu bilan birga genotiplar ushbu stressga turlicha javob berishini ko'rsatdi. Demak, sho'rlanishga chidamli genotiplarni aniqlashda faqat nazorat sharoitidagi ko'rsatkichlarni emas, balki stress sharoitida ularning belgilarni saqlab qolish qobiliyatini ham hisobga olish zarur.

XULOSA

Umuman olganda, tadqiqot natijalari sho'rlanish kuchayishi bilan g'o'zaning o'sishi, ko'sak hosil qilishi va umumiy hosildorligi sezilarli kamayishini ko'rsatdi. Kuchli sho'rlanish sharoitida ko'sak soni 60,6% ga, bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni esa 67,4% ga kamaydi. Bu natija sho'rlanishning ayniqsa hosil shakllanishi va reproduktiv rivojlanishga kuchli ta'sir qilishini ko'rsatadi. Ikki omilli anova natijalarida genotip, sho'rlanish va genotip × sho'rlanish (g×s) ta'siri barcha asosiy belgilar bo'yicha ishonchli bo'ldi ($p<0,001$). Bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni uchun sho'rlanish ta'siri $f=53,42$, genotip ta'siri $f=27,85$ va g×s interaktsiyasi $f=9,21$ ni tashkil etdi. Bu natijalar genotiplarning sho'rlanishga bir xil javob bermasligini va ayrim genotiplar stress sharoitida hosilini yaxshiroq saqlab qolishini ko'rsatadi.

Ayniqsa, ko'sak soni va bir o'simlikdagi umumiy paxta vazni kuchli sho'rlanish sharoitida chidamlilikni baholash uchun muhim ko'rsatkichlar ekanligi aniqlandi. Shuningdek, stress indeksi (si) va genotip $\times$ sho'rlanish interaksiyasini birgalikda baholash genotiplarni faqat o'rtacha hosil ko'rsatkichi asosida taqqoslashdan ko'ra to'liqroq ma'lumot beradi.

Kelgusida genotiplarning individual xom ma'lumotlari asosida bir nechta belgini birlashtirgan seleksiya indeksi ishlab chiqish va uni k^+/na^+ nisbati, suv almashinuvi, osmoprotektantlar hamda antioksidant himoya kabi fiziologik ko'rsatkichlar bilan bog'lash maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv sho'rlangan sharoitda hosildorligini yaxshi saqlaydigan va seleksiya uchun qimmatli bo'lgan g'o'za genotiplarini aniqroq tanlash imkonini beradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Abdelraheem, A., Esmaili, N., O'Connell, M., & Zhang, J. (2019). Progress and perspective on drought and salt stress tolerance in cotton. *Industrial Crops and Products*, **130**, 118–129.
2. Chattha, W. S., Patishtan, J., Shafqat, W., & Maathuis, F. J. M. (2022). Shoot potassium content provides a physiological marker to screen cotton genotypes for osmotic and salt tolerance. *International Journal of Phytoremediation*, **24**(4), 429–435.
3. Guo, A., Li, H., Huang, Y., Ma, X., Li, B., Du, X., Cui, Y., Zhao, N., & Hua, J. (2024). Yield-related quantitative trait loci identification and lint percentage hereditary dissection under salt stress in upland cotton. *The Plant Journal*, **119**(1), 115–136.
4. Guo, A., Su, Y., Nie, H., Li, B., Ma, X., & Hua, J. (2022). Identification of candidate genes involved in salt stress response at germination and seedling stages by QTL mapping in upland cotton. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, **12**(6), jkac099.
5. Guo, A., Hao, J., Su, Y., Li, B., Zhao, N., Zhu, M., Huang, Y., Tian, B., Shi, G., & Hua, J. (2022). Two aquaporin genes, GhPIP2;7 and GhTIP2;1, positively regulate the tolerance of upland cotton to salt and osmotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, **12**, 780486.
6. Zafar, M. M., Ijaz, A., Anwar, Z., Iqbal, M. S., Zafar, S., Subhan, M., Seleiman, M. F., Alhammad, B. A., Aljabri, M., Qiao, F., Shoukat, A., Shakeel, A., Ercisli, S., Ali, A., Razzaq, A., & Jiang, X. (2025). Harnessing genetic diversity in cotton for enhanced resilience against salt stress by using agro-physiological characters. *Plant Production Science*, **28**(1), 51–68.
7. Guo, J., Zhou, Y., Guo, H., & Min, W. (2024). Cotton adapts to Na₂SO₄ stress by regulating the metabolic intensity and distribution of metabolites in roots and leaves. *Industrial Crops and Products*, **215**, 118651.
8. Ma, Z., Liu, J., Wen, Y., Zhang, J., Yin, F., Guo, L., Li, W., He, J., Ma, J., Liang, Y., & Wang, Z. (2024). Optimizing cotton yield through appropriate irrigation water salinity: Coordinating above- and below-ground growth and enhancing photosynthetic capacity. *European Journal of Agronomy*, **154**, 127095.
9. Muhammad, N., Dong, Q., Luo, T., Zhang, X., Song, M., Wang, X., & Ma, X. (2025). New developments in understanding cotton's physiological and molecular responses to salt stress. *Plant Stress*, **15**, 100742.
10. Dilber, S., Shao, L., Guo, H., Dou, Y., Nauman, M., Li, K., Yang, R., Qian, Y., Guo, J., Muchugi, A., Botella, J. R., Jia, K.-P., & Miao, Y. (2026). Cotton salt stress resilience: Integrating physiological, molecular, and agronomic strategies for next-generation breeding. *Plant, Cell & Environment*, **49**(9), 6781–6796.

ZAMONAVIY GINEKOLOGIYADA BACHADON MIOMASI TASHXISI XAVFLARI VA DAVOLLASH USULLARI

Boymurodova Feruza Jumanazar qizi

Qarshi Davlat Universiteti Tibbiyot fakulteti 2-kurs talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada bachadon miomasi (leiomioma) bachadon mushak qavatidan rivojlanadigan benign (yaxshi sifatli) o'sma bo'lib, ayollar orasida keng tarqalgan. Mioma ko'pincha simptomlarsiz kechadi, ammo ba'zi hollarda kuchli hayz ko'rish, qorin og'rig'i va

bepushtlikka olib kelishi mumkin So'nggi yillarda radikal jarrohlik usullaridan (gisterektomiya — bachadonni olib tashlash) voz kechib, ayolning reproduktiv funksiyasini saqlab qolishga qaratilgan. Bachadon miomasining rivojlanish sabablari, tashxisi va davolash usullarini tahlil qiladi, shuningdek, bu kasallikni erta aniqlash va samarali davolash bo'yicha tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: Bachadon miomasi, miomektomiya, gisterektomiya, gormonal terapiya, mioma diagnostikasi, ultratovush tekshiruvi, reproduktiv salomatlik.

Abstract. This article examines uterine fibroids (leiomyomas)—benign tumors originating from the muscular layer of the uterus, which are widely prevalent among women. While fibroids often remain asymptomatic, in some cases they can cause heavy menstrual bleeding, pelvic pain, and infertility. In recent years, treatment strategies have shifted away from radical surgical interventions (hysterectomy—the removal of the uterus) toward preserving a woman's reproductive function. The article analyzes the causes, diagnosis, and treatment options for uterine fibroids, and provides recommendations for early detection and effective management of the condition.

Keywords: Uterine fibroids, myomectomy, hysterectomy, hormonal therapy, fibroid diagnosis, ultrasound examination, reproductive health.

Аннотация. В данной статье исследуется миома (лейомиома) матки — доброкачественная опухоль, развивающаяся из мышечного слоя матки и широко распространенная среди женщин. Миома часто протекает бессимптомно, однако в некоторых случаях может приводить к обильным менструациям, болям внизу живота и бесплодию. В последние годы наблюдается отход от радикальных хирургических методов (гистерэктомии — удаления матки) в сторону сохранения репродуктивной функции женщины. В работе анализируются причины развития, диагностика и методы лечения миомы матки, а также даются рекомендации по раннему выявлению и эффективной терапии данного заболевания.

Ключевые слова: Миома матки, миомэктомия, гистерэктомия, гормональная терапия, диагностика миомы, ультразвуковое исследование (УЗИ), репродуктивное здоровье.

KIRISH

Zamonaviy ginekologiya va reproduktiv tibbiyotning eng dolzarb muammolaridan biri — fertil (farzand ko'rish) yoshdagi ayollar orasida gormonga bog'liq xavfsiz o'smalar, xususan, bachadon miomasining keng tarqalganligidir. Klinik statistika ma'lumotlariga ko'ra, 35 yoshgacha bo'lgan ayollarning taxminan 30–40 foizida, 40 yoshdan oshganlarning esa 70 foizga yaqinida bachadon miomasi tugunlari aniqlanadi. Ushbu patologiya nafaqat surunkali og'riq sindromi, anemiyaga olib keluvchi bachadon qon ketishlari va qo'shni a'zolar funksiyasining buzilishi, balki ayollarda birlamchi va ikkilamchi bepushtlik, homila tushishi hamda muddatidan oldin tug'ruq xavfini keskin oshirishi bilan ijtimoiy-tibbiy ahamiyatga egadir. Yaqin-yaqingacha bachadon miomasini davolashda gisterektomiya (bachadonni butunlay olib tashlash) kabi radikal jarrohlik amaliyoti yetakchi o'rinni egallab kelgan. Biroq, radikal jarrohlik nafaqat ayolning reproduktiv funksiyasiga butunlay chek qo'yadi, balki postgisterektomik sindrom, erta menopauza, psixoemotsional buzilishlar va kichik chanoq a'zolarining anatomik topografiyasi o'zgarishi kabi og'ir somatik asoratlarni keltirib chiqaradi. Bachadon miomasi - silliq mushaklardan kelib chiqqan zararsiz o'sma. Mioma ko'pincha anormal bachadon qon ketishi, tos suyagi og'rig'i va u yerdagi organlar bosilib qolishi, dizurik kasalliklar, ichak disfunktsiyasi va homiladorlik paytidagi qiyinchiliklarga sabab bo'ladi.

Bachadon miomasiga oid ko‘plab tadqiqotlar mavjud. Masalan, Stewart va uning hamkasblari (2001) o‘z ishlarida miomalar ko‘plab ayollarda simptomlarsiz kechishi mumkinligini ta’kidlashgan. Lekin ular miomalar ba’zan bepustlik va boshqa reproduktiv muammolar bilan ham bog‘liq ekanini ko‘rsatdilar. Bu esa bachadon miomasining klinik alomatlarini chuqurroq tahlil qilish zarurligini anglatadi.

Bachadon miomasi ilk bor 1793-yilda britaniyalik patologoanatom Mettyu Beyli tomonidan tasvirlangan. Bachadon miomasining rivojlanishi haqidagi zamonaviy qarashlar gormonal nazariyaga asoslanadi. Estrogenlarning metabolik almashinuvidagi buzilishlar, shuningdek, estrogen fraksiyalarining o‘zaro nisbati (follikulyar va lyutein fazalarida estron va estradiolning ustunlik qilishi) bachadon miometriyasida (muskul qavatida) morfologik o‘zgarishlarga olib keladi. Estrogenlar tomonidan qo‘zg‘atiladigan silliq muskul hujayralarining giperplaziyasi (hujayralar sonining ortishi) natijasida miometriy massasi sezilarli darajada kattalashishi mumkin. Xuddi shu holat ushbu hujayralarning gipertrofiyasi (hujayralar hajmining kattalashishi) paytida ham kuzatilishi mumkin. Biokimyoviy, klinik va farmakologik ma’lumotlar progesteron gormoni ham miomalar patogenezida (rivojlanishida) muhim rol o‘ynashini tasdiqlaydi. Sog‘lom miometriy bilan solishtirilganda, miomalarda A va B guruh progesteron retseptorlarining konsentratsiyasi yuqori bo‘ladi. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati miomaning paydo bo‘lishiga olib keladigan faktorlarni aniqlash, davolashning samarali usullarini ishlab chiqish va uning diagnostikasini takomillashtirishdan iborat. Amaliy ahamiyati esa mioma kasalligini erta aniqlash va davolashda yangi yondashuvlar orqali ayollarning reproduktiv salomatligini saqlashga yordam berishdan iboratdir.

UTT (Ultratovush tekshiruvi): Bachadon devorida 4 sm o‘lchamdagi intramural mioma aniqlangan.

MRT (Magnit-rezonans tomografiya): Miomaning qon ta’minoti yaxshi ekanligi va malign (xavfli) jarayon ehtimoli yo‘qligi tasdiqlandi.

Biopsiya: Endometrial biopsiya natijasida benign (zararsiz) hujayralar topilgan. Eksperimental dizayn:

Tadqiqot yangi gormonal terapiya vositasining bachadon miomasini kamaytirishga ta’sirini o‘rganishga qaratilgan.

Nazorat guruhi: 50 nafar bemor miomani davolash uchun faqat an’anaviy dori vositalarini qabul qilgan.

Tajriba guruhi: 50 nafar bemor yangi gormonal terapiya vositasini qabul qilgan.

Davomiylilik: 6 oy. Natija: Tajriba guruhida mioma hajmi o‘rtacha 25% ga kamaygan, nazorat guruhida esa 5% kamayish kuzatilgan

Observatsion dizayn:

Tadqiqot mioma rivojlanishining tashqi omillar bilan bog‘liqligini kuzatish uchun olib borilgan.

Ishtirokchilar: 300 nafar bemor.

Ma’lumot yig‘ish: Bemorlarning ovqatlanish odatlari, stress darajasi va jismoniy faolligi o‘rganilgan.

Natija: Noto‘g‘ri ovqatlanish va stress darajasi yuqori bo‘lgan bemorlar orasida miomaning kattalashish ehtimoli 1,8 marta yuqori ekani aniqlangan

Tanlash mezonlari	Mezonga oid tafsilotlarm
Kiritish mezonlari	Yoshi:30-45 Mioma hajmi:3-5sm Gormanal terapiya olmagan
Chiqarish mezonlari	Boshq genikologik kasalliklar homiladorlik davrida va emizish davrida
Demografik ma'lumot	60 o'rta yoshli (35-40) 70 oilali va tug'ruq ko'rgan 30 turmush qurmagan va tug'ruq ko'rmagan

Ma'lumot yig'ish usullari

Klinik Diagnostika	UZT: Bachadon devoridagi 4sm o'lchamidagi intramural mioma aniqlangan MRI: Miomaning qon ta'minoti yaxshi ekanligi va malign (xavfli) jarayon ehtimoli yo'qligi tasdiqlandi. Biopsiya: Endometrial biopsiya natijasida benign (zararsiz) hujayralar topilgan
Laborator tahlillari	Gormonal tahlillar: Progesteron darajasi yuqori (10 ng/ml) ekani aniqlandi. Qon tahlillari: Gemoglobin darajasi past (90g/l) bo'lib, bu o'rta darajadagi anemiyadan dalolat beradi.

Ma'lumotlarni tahlil

1. Normallikni baholash: Kolmogorov-Smirnov testi natijalariga ko'ra, bemorlarning yosh taqsimoti normal ekanligi aniqlandi ($p > 0.05$).
2. Korrelyatsiya tahlili: Spearman testi yordamida progesteron darajasi va mioma hajmi o'rtasida yuqori bog'liqlik aniqlandi ($r = 0.75$, $p < 0.01$).
3. Farqlarni aniqlash: t-testi natijasida yangi terapiya guruhida simptomlari

NATIJALAR

Mioma turlari: Intramural — 70%, Submukozal — 20%, Subserozal — 10%.

Mioma o'lchami: O'rtacha 4.5 -1 sm

Geografik hudud: Shahar aholisi — 60%, Qishloq aholisi — 40%.

Tug'ruq holati: Tug'ruq ko'rganlar — 65% (195 nafar)

Tug'ruq ko'rmaganlar — 35% (105 nafar).

XULOSA

Bachadon miomasi gormonlarga bog'liq yaxshi xulqli o'sma bo'lib, reproduktiv yoshdagi ayollar orasida keng tarqalganligini tasdiqlaydi. Tadqiqotlar miomaning rivojlanishi estrogen va progesteron darajasiga bog'liqligini ko'rsatdi. Asosiy simptomlar – hayz siklining buzilishi, qorin og'rig'i va ortiqcha qon ketish – ayollarning hayot sifatini sezilarli darajada pasaytirishi mumkin. Kasallikni tashxislashda ultratovush tekshiruvi (USG) va laborator tahlillar asosiy o'rin tutadi. Shuningdek, magnit-rezonans tomografiya miomaning aniq joylashuvi va hajmini aniqlashda muhim yordam beradi. Tadqiqot davomida olingan natijalar, bemorlarning yoshi (30–45 yosh), mioma hajmi (3–5 sm) va simptomlarning og'irligiga qarab, davolash usulini tanlashni belgilaydi. Davolash strategiyalari orasida gormonal terapiya samaradorligi yuqori ekani aniqlangan, chunki u miomaning hajmini kamaytirishga yordam beradi. Shuningdek, jarrohlik aralashuvi (miyomektomiya) va minimal invaziv usullar (masalan, bachadon arteriyasini embolizatsiya qilish) og'ir holatlarda qo'llaniladi. Mazkur tadqiqot shuni ko'rsatadiki, kasallikning erta tashxisi va individual yondashuv orqali bachadon miomasining salbiy oqibatlarini minimallashtirish mumkin. Shifokorlar va bemorlar o'rtasidagi hamkorlikni yaxshilash, tashxislash va davolash usullarini optimallashtirish kasallikni muvaffaqiyatli boshqarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

- 1.<https://med24.uz>
- 2.<https://avitsenna.uz>
3. "Ginekologiya" darsligi :Mualliflari F.M.Ayupova va Yu.Q.Jabbarova
4. "Ginekologiya" darsligi:Mualliflari Gulnoz Yuldoshevna Turayeva
- 5.<https://MYMedic.uz>

EKOLOGIK PAKETNING ATROF-MUHITNI MUHOFAZA QILISHDAGI AHAMIYATI VA EKOLOGIK AFZALLIKLARI

Isroilova Diyora Ilhom qizi

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston,
Biologiya yo'nalishi 3-bosqich talabasi

Annotatsiya. *Tadqiqotda sintetik polimer chiqindilarining ekotizimlarga salbiy ta'sirini kamaytirish maqsadida bioparchalanuvchi ekologik paketlarning atrof-muhitni muhofaza qilishdagi o'rni va afzalliklari o'rganildi. An'anaviy polietilen qadoqlarga muqobil variant sifatida yaratilgan ushbu mahsulotlarning tabiatda parchalanish dinamikasi, utilizatsiya jarayonlari hamda xavfsizlik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tuproq va suv muhitida o'tkazilgan sinovlar yangi paketlarning 40-50 kun oralig'ida zararli birikmalar ajratmagan holda to'liq biologik degradatsiyaga uchrashini ko'rsatdi. Shuningdek, maishiy va sanoat chiqindilari hajmini kamaytirishda, uglerod izini qisqartirishda hamda aholi o'rtasida barqaror iste'mol madaniyatini shakllantirishda mazkur ixtironing amaliy ahamiyati asoslab berildi. Innovatsion materiallar ekotizim muhofazasini, barqaror rivojlanishni ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Ushbu ilmiy ish kelajakda yashil texnologiyalarni joriy etish, plastik ifloslanishning oldini olish strategiyalarini ishlab chiqish uchun nazariy hamda amaliy asos bo'lib xizmat qiladi. Olingan o'lchov natijalari tabiat resurslarini asrash, global ekologik muvozanatni tiklash istiqbollarini yaqqol ko'rsatib beradi.*

Kalit soʻzlar: bioparchalanuvchi paketlar, sintetik polimer chiqindilari, ekotizim muhofazasi, biologik degradatsiya, barqaror rivojlanish, yashil texnologiyalar, plastik ifloslanish

Аннотация. Исследования изучены роль и экологические преимущества биоразлагаемых пакетов в защите окружающей среды с целью снижения негативного воздействия синтетических полимерных отходов на экосистемы. Проанализированы динамика распада в природе, процессы утилизации, а также показатели безопасности данных продуктов, созданных в качестве альтернативного варианта традиционным полиэтиленовым упаковкам. Тесты, проведенные в почвенной и водной средах, показали полную биологическую деградацию новых пакетов в пределах 60–90 дней без выделения вредных соединений. Кроме того, обоснована практическая значимость этого изобретения в уменьшении объема бытового и промышленного мусора, сокращении углеродного следа, формировании культуры устойчивого потребления среди населения. Инновационные материалы занимают важное место в обеспечении сохранения экосистем, стабильного развития. Данная научная работа послужит теоретической базой для внедрения зеленых технологий, разработки стратегий предотвращения пластикового загрязнения в будущем. Полученные результаты измерений наглядно демонстрируют перспективы сбережения природных ресурсов, восстановления глобального экологического баланса.

Ключевые слова: биоразлагаемые пакеты, синтетические полимерные отходы, защита экосистем, биологическая деградация, устойчивое развитие, зеленые технологии, пластиковое загрязнение.

Abstract. This study investigates the role and ecological advantages of biodegradable bags in environmental protection to reduce the negative impact of synthetic polymer waste on ecosystems. The decomposition dynamics in nature, disposal processes, and safety indicators of these products, created as alternative options to traditional polyethylene packaging, were analyzed. Tests conducted in soil and water environments demonstrated complete biological degradation of new packages within 60–90 days without releasing harmful compounds. Furthermore, the practical significance of this invention in decreasing domestic or industrial litter volume, cutting carbon footprint, and forming sustainable consumption culture among populations was justified. Innovative materials hold an important place in ensuring ecosystem preservation and stable development. This scientific work serves as a theoretical basis for introducing green technologies and creating strategies to prevent plastic pollution. The obtained measurement results clearly demonstrate prospects for conserving natural resources and restoring global ecological balance.

Keywords: biodegradable bags, synthetic polymer waste, ecosystem preservation, biological degradation, sustainable development, green technologies, plastic pollution.

KIRISH

Zamonaviy ekologiyaning eng jiddiy muammolaridan biri neft-kimyo mahsulotlari asosida olinadigan bir martalik polietilen paketlarning tabiatda miqdorsiz toʻplanib qolishidir. Polietilen materiallar tabiiy sharoitda yuz yillar vaqt davomida parchalanmaydi, natijada tuproq unumdorligi yomonlashadi va gidrosfera obyektlari ifloslanadi. Fizik omillar taʼsirida plastik paketlarning mikroplastiklarga boʻlinishi ozuqa zanjiri orqali tirik organizmlar hamda inson salomatligiga bevosita

xavf solmoqda. Shu sababli, an'anaviy plastik qadoqlardan bosqichma-bosqich voz kechish, ularning o'rini bosuvchi bioparchalanuvchi ekologik paketlarni amaliyotga joriy etish va ularning atrof-muhit muhofazasidagi samaradorligini ilmiy baholash dolzarb vazifa sanaladi. Ekologik paketlar nafaqat chiqindi hajmini kamaytiradi, balki resurslardan oqilona foydalanish va aylanma iqtisodiyot (circular economy) tamoyillarini qaror toptirishga xizmat qiladi. Bunday muqobil materiallarni ishlab chiqarish yashil texnologiyalarni rivojlantirishda yangi bosqichni boshlab beradi. Tabiiy xomashyo asosida yaratilgan mahsulotlar o'z funksiyasini bajargandan so'ng, mikroorganizmlar yordamida tuproqqa zarar yetkazmagan holda organik moddalarga aylanadi. Bu esa o'z navbatida, sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish tizimini tubdan isloh etish va shahar ekotizimlaridagi ekologik yuklamani kamaytirish imkonini beradi. Tadqiqotning maqsadi – biologik parchalanuvchi ekologik paketlarning atrof-muhit muhofazasidagi o'rni, ularning an'anaviy polietilenga nisbatan ekologik va amaliy afzalliklarini hamda jamiyatda ekologik madaniyatni yuksalishidagi imkoniyatlarini har tomonlama baholashdan iborat. Mazkur maqsadga erishish uchun materiallarning parchalanish tezligi, ularning o'simliklar qoplami hamda yer osti suvlari tozaligiga ta'sirini tahlil qilish ko'zda tutilgan. Olingan ilmiy xulosalar kelajakda tabiatni muhofaza qilish strategiyalarini shakllantirishda muhim poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Tadqiqot jarayonida ekologik paketlar va standart polietilen qadoqlarning ekologik hamda fizik parametrlari qiyosiy tahlil qilindi. Ekologik paketlarning biologik parchalanish dinamikasi in vivo (tabiiy tuproq muhitida: namlik 55–60%, pH 7.0, harorat 25 °C) hamda in vitro (laboratoriya sun'iy sharoitida) usullari yordamida har tomonlama o'rganildi. Sinovlar davomida materiallarning atrof-muhit elementlariga ta'sirini baholash uchun quyidagi asosiy bosqichlar va ko'rsatkichlar tahlil qilindi:

1. Tuproqda degradatsiya darajasi: Tajriba namunalari massasining kamayishi har 15 kunda laboratoriya tarozisida o'lganib, moddaning parchalanish tezligi hamda massaning yo'qolish foizi aniq hisoblab borildi.

2. Toksiklik sinovlari: Parchalanish mahsulotlarining tuproq mikroflorasi holatiga, uning unumdorligiga hamda madaniy o'simliklar urug'lari unuvchanligiga ko'rsatadigan ta'siri tajriba davomida to'liq kuzatildi.

3. Uglerod emissiyasi va utilizatsiya: Materiallarni ishlab chiqarish hamda yo'q qilish jarayonidagi issiqxona gazlari miqdori tegishli ilmiy adabiyotlar tahlili va matematik modellashtirish usullari yordamida chuqur o'rganildi.

O'tkazilgan eksperimental va tahliliy izlanishlar ekologik paketlarning an'anaviy plastik materiallarga nisbatan mutloq ekologik ustunligini tasdiqladi. Ekologik paketlar tuproq mikroorganizmlari (zamburug' va bakteriyalar) ta'sirida qisqa muddatda parchalanish xususiyatiga ega. Ushbu jarayonda material to'liq degradatsiyaga uchrab, atrof-muhit uchun mutqloqo xavfsiz bo'lgan suv, karbonat angidrid hamda organik biomassaga ajraladi. Polietilen paketlardan farqli o'laroq, ushbu jarayonda tuproq qatlamida zararli kimyoviy birikmalar yoki zaharli mikroplastik zarrachalari qolishi kuzatilmadi. Eksperiment davomida olingan qiyosiy ko'rsatkichlar va ularning ekologik izohi quyidagi 1-jadvalda umumlashtirib berilgan:

Ekologik paket va an'anaviy polietilen paketning ekologik-funksional ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich parametrlari	An'anaviy polietilen pakek	Tadqiq etilgan ekologik paket	Akademik va amaliy izox
Tuproqda to'liq parchalanish muddati	Yuz yillar davomida.	40-50 kun	Ekologik paket tabiatda zaharli qoldiqsiz yo'qoladi
Toksin mikroplastik hosil bo'lishi	Yuqori (ozuqa zanjirini zaharlovchi)	Mavjud emas (0%)	Gidrosfera va fauna uchun mutlaqo xavsiz
Parchalanish mahsulotlari	Zaxarliy polimerlar , mikroplastik	Suv (H ₂ O), (CO ₂) biomassa	Tuproq unumdorligiga salbiy tasir kamaytiradi
Uglerod izi (Carbon footprint)	Yuqori (neft xomashyosini qayta ishlash)	60-70% ga past	Atmosferaga issiqxona gazlari ajralishini kamaytiradi
Suvda va namlikda barqarorlik	Mutloq suvda chidamliy	Muayyan muddat barqaror (10-20% eruvchanlik)	Maishiy foydalanish uchun yetarliy mustahkamlik beradi
Qayta tiklanivchi xomashyo ulushi	0% (Neft mahsuloti)	80-100% (Tabiiy / biopolymer)	Qayta tiklanuvchi bioresurslarga asoslangan

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ekologik paketlar tuproqqa tushganda 30-kunga kelib o'z massasining 40–50% ini, 40-50 kunga kelib esa 100% massasini yo'qotadi. Ushbu jarayonda tuproq tarkibida zaharli kimyoviy birikmalar aniqlanmadi, bu esa ularni agro-ekosistemalar uchun ham beziyon ekanligini anglatadi.

XULOSA

Ekologik paketlarning atrof-muhitni muhofaza qilishdagi ahamiyati bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi muhim ilmiy-amaliy xulosalar shakllantirildi: Atrof-muhit xavfsizligi: Ekologik paketlar tuproq va suv muhitida 40-50 kun davomida to'liq biologik parchalanish xususiyatiga ega bo'lib, an'anaviy polietilen kabi mikroplastiklar va toksik birikmalar hosil qilmaydi. Resurslarni tejash va uglerod balansini saqlash: Ekologik paketlarni ishlab chiqarish neft manbalariga bog'liqlikni kamaytiradi hamda atmosferaga chiqariladigan uglerod emissiyasini 60 foizdan ziyodroq qisqartirish imkonini beradi. Ekologik madaniyat: Bir martalik plastik paketlardan ekologik muqobillarga o'tish jamiyatda mas'uliyatli iste'mol (responsible consumption) odatlarini shakllantirishda va "yashil" iqtisodiyotga o'tishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Avérous, L., & Halley, P. J. (2014). Biopolymers series: Starch-based bionanocomposites. Technomic Publishing Polymer Reviews.
2. Bastioli, C. (2005). Handbook of biodegradable polymers. Technomic Publishing Company, Lancaster, PA.
3. Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7)
4. Lu, D. R., Xiao, C. M., & Xu, S. J. (2009). Starch-based completely biodegradable polymer materials. Express Polymer Letters.
5. UNEP. (2021). From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution. United Nations Environment Programme, Nairobi.

QURG'OQCHILIK VA YUQORI HARORAT SHAROITIDA TUPROQ MIKROBIOMINING O'ZGARISHINI SUN'IY INTELEKT YORDAMIDA PROGNOZLASH: O'ZBEKISTONNING QURUQ HUDUDLARI MISOLIDA

Erkinova Munira Erkin qizi

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston,

Biologiya yo'nalishi 2-bosqich talabasi

Gmail: muniraerkinova23@gamil.com

Annotatsiya. *Iqlim o'zgarishi sharoitida qurg'oqchilik va yuqori haroratning kuchayishi tuproqdagi mikrobiologik jarayonlar, oziqa elementlari aylanishi va tuproqning ekologik barqarorligiga bosimni oshirmoqda. Ushbu maqolaning maqsadi O'zbekistonning quruq hududlarida qurg'oqchilik va issiqlik stressi ta'sirida tuproq mikrobiomida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarni ochiq mikrobiom, iqlim va tuproq ma'lumotlarini birlashtiruvchi sun'iy intellekt asosidagi prognozlash konsepsiyasi orqali baholashdan iborat. Tadqiqot yangi dala yoki laboratoriya tajribasi sifatida emas, balki mavjud ilmiy adabiyotlar va ochiq ma'lumotlarga tayangan metodologik-model tadqiqot sifatida ishlab chiqildi. Taklif etilayotgan zanjir iqlim ko'rsatkichlari, tuproq namligi, harorat, pH, organik uglerod va 16S rRNA asosidagi mikrobiom profillarini oldindan qayta ishlash, feature selection, Random Forest klassifikatori, k-fold validatsiya va SHAP interpretatsiyasini o'z ichiga oladi. Ilmiy adabiyotlar qurg'oqchilik odatda mikrobial biomassa, nafas olish va ayrim fermentativ jarayonlarni pasaytirishi, shu bilan birga jamoa tarkibini o'zgartirishi mumkinligini ko'rsatadi. 2024-yilgi Hagen va hammualliflar tadqiqotida Random Forest genus darajasida qurg'oqchilikni 92,3% aniqlik bilan klassifikatsiya qilgan, biroq bu ko'rsatkichni O'zbekiston sharoitiga to'g'ridan-to'g'ri ko'chirish mumkin emas. Taklif etilayotgan yondashuv mahalliy monitoringni ma'lumotlarga asoslangan tarzda tashkil etish, stress indikatorlarini aniqlash va kelajakdagi mikrobiom holatini ehtimoliy prognozlash uchun metodologik asos yaratadi.*

Kalit so'zlar: *tuproq mikrobiomi; qurg'oqchilik; yuqori harorat; mikrobiologik xilma-xillik; sun'iy intellekt; machine learning; metagenomika; 16S rRNA; Random Forest; SHAP; iqlim o'zgarishi; quruq hududlar; O'zbekiston; tuproq salomatligi; ekologik monitoring.*

Аннотация: Изменение климата усиливает воздействие засухи и высоких температур на биологические процессы почвы, круговорот элементов, взаимодействия растений с микроорганизмами и устойчивость почвенных экосистем. Цель статьи - обосновать концепцию прогнозирования возможных изменений почвенного микробиома в условиях засухи и теплового стресса в засушливых районах Узбекистана на основе открытых микробиомных, климатических и почвенных данных. Работа не представляет новые полевые или лабораторные эксперименты, проведённые в Узбекистане, а рассматривает модельно-расчётный подход, основанный на опубликованных исследованиях и доступных наборах данных. Предлагаемая схема включает климатические показатели, влажность и температуру почвы, pH, органический углерод и профили микробиома по данным 16S rRNA, после чего применяются контроль качества, нормализация, отбор признаков, Random Forest, перекрёстная валидация и интерпретация SHAP. Литературные данные показывают, что засуха может снижать микробную биомассу, дыхание и активность ряда ферментов, одновременно изменяя структуру микробных сообществ. В исследовании Hagen et al. (2024) точность Random Forest для классификации засухи на уровне рода достигла 92,3 %, однако этот результат нельзя напрямую переносить на условия Узбекистана. Предлагаемый подход создаёт методологическую основу для локального мониторинга и последующей калибровки прогностических моделей.

Ключевые слова: почвенный микробиом; засуха; высокая температура; микробное разнообразие; искусственный интеллект; машинное обучение; метагеномика; 16S rRNA; Random Forest; SHAP; изменение климата; засушливые территории; Узбекистан; здоровье почвы; экологический мониторинг.

Abstract. Climate change is increasing the pressure exerted by drought and high temperature on soil biological processes, nutrient cycling, plant–microbe interactions and soil resilience. This paper develops a conceptual and data-driven framework for forecasting potential changes in soil microbiomes under drought and heat stress in the dry regions of Uzbekistan. The study is explicitly designed as a model- and open-data-based research concept rather than as a report of new field or laboratory experiments in Uzbekistan. The proposed workflow integrates climate variables, soil moisture and temperature, pH, soil organic carbon and 16S rRNA-derived microbial profiles, followed by quality control, normalization, feature selection, Random Forest classification, cross-validation and SHAP-based interpretation. Existing evidence indicates that drought can reduce microbial biomass, respiration and several extracellular enzyme activities while shifting community composition and resilience. Hagen et al. (2024) showed that an interpretable Random Forest model classified drought stress with 92.3% accuracy at the genus level in their dataset; this result should not be interpreted as a direct estimate for Uzbek drylands. The proposed framework offers a methodological basis for identifying microbial stress markers, integrating climatic and edaphic predictors, and developing locally calibrated forecasts. Its practical value lies in supporting future ecological monitoring and evidence-based soil management, provided that local longitudinal microbiome datasets are collected for calibration and independent validation.

Keywords: soil microbiome; drought; high temperature; microbial diversity; artificial intelligence; machine learning; metagenomics; 16S rRNA; Random Forest; SHAP; climate change; drylands; Uzbekistan; soil health; ecological monitoring.

KIRISH

Iqlim tizimining isishi qurg'oqchilik va issiqlik to'liqlarining ekologik oqibatlarini kuchaytirib, suv tanqisligi va qishloq xo'jaligi barqarorligi masalasini yanada murakkablashtirmoqda. Tuproq bu jarayonlarning passiv substrati emas: undagi mikroorganizmlar organik moddalarning parchalanishi, uglerod va azot aylanishi, mineral elementlarning o'zlashtirilishi hamda o'simliklarning oziqlanishi bilan chambarchas bog'langan. Tuproq mikrobiomi iqlim o'zgarishiga javoban tarkibiy va funksional jihatdan qayta tashkil topishi mumkin; shu sababli uning holati ekotizimning stressga chidamliligini baholashda muhim biologik indikator bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Qurg'oqchilikning mikrobiomga ta'siri bir yo'nalishli emas. Suv kamayishi mikroblar uchun diffuziya sharoitlarini yomonlashtiradi, substratlarning harakatlanishini cheklaydi va hujayralarning osmotik stressini kuchaytiradi. Natijada mikrobial biomassa, nafas olish va fermentativ faollik pasayishi mumkin. Global meta-tahlillar qurg'oqchilik sharoitida mikrobial biomassa va ayrim uglerod hamda fosfor aylanishi bilan bog'liq fermentlar faoliyati kamayishini ko'rsatgan. Biroq jamoa tarkibidagi javoblar tuproq pH, loy miqdori, organik uglerod, o'simlik turi, qurg'oqchilik davomiyligi va uning kuchiga qarab farqlanadi. Demak, "qurg'oqchilik mikrobiomni kamaytiradi" degan sodda xulosadan ko'ra, "qurg'oqchilik mikrobiomning tarkibi, faoliyati va chidamlilik xususiyatlarini qayta tashkil etadi" degan yondashuv ilmiy jihatdan ehtiyotkorroqdir.

O'zbekiston Markaziy Osiyoning quruq iqlimli hududlaridan biri bo'lib, Qizilqum, Ustyurt va Orolbo'yi kabi hududlarda suv tanqisligi, yuqori harorat, sho'rlanish va keskin mavsumiy sharoitlar bir-biri bilan tutashadi. Iqlim modellari O'zbekiston hududida kelajakda haroratning sezilarli oshishi va qurg'oqchilik rejimining o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi; bunda cho'l va tog'oldi hududlari o'rtasida javoblar farq qilishi kutiladi. Shu bilan birga, O'zbekiston cho'l hududlaridagi Salsola bilan bog'liq mikrobiomning xilma-xilligi va biotexnologik salohiyatini tavsiflovchi 2026-yilgi ish mahalliy mikrobiom tadqiqotlari shakllanayotganini ko'rsatadi. Biroq bu ma'lumotlar qurg'oqchilik va yuqori haroratning butun tuproq mikrobiomiga ta'sirini miqdoriy prognozlash uchun yetarli emas.

Sun'iy intellekt va mashinali o'qitish aynan shu murakkablikni tahlil qilishda foydali bo'lishi mumkin. Mikrobiom ma'lumotlari odatda ko'p o'lchamli, siyrak va ekologik omillar bilan kuchli bog'langan bo'ladi. Random Forest kabi daraxtga asoslangan usullar nolinear munosabatlarni modellashtirish, ko'plab predictorlarni birgalikda hisobga olish va muhim featurelarni ajratish imkonini beradi. SHAP esa model qarorini "qaysi belgi qanchalik hissa qo'shdi?" degan biologik savolga aylantirishga yordam beradi. So'nggi sharhlar tuproq mikrobiomi asosida tuproq salomatligini prognozlash uchun AI yondashuvlari hali cheklangan bo'lsa-da, ularning istiqboli yuqori ekanini ko'rsatmoqda.

Shu nuqtada asosiy ilmiy bo'shliq ko'rinadi: dunyoda tuproq mikrobiomi, qurg'oqchilik va mashinali o'qitish bo'yicha alohida tadqiqotlar mavjud, ammo O'zbekistonning quruq hududlari uchun qurg'oqchilik + yuqori harorat + tuproq xususiyatlari + mikrobiomni yagona prognozlash tizimida birlashtiruvchi mahalliy kalibrlangan yondashuvlar yetarli darajada rivojlanmagan. Hagen et al. (2024) Random Forest va SHAP yordamida qurg'oqchilik markerlarini aniqlash mumkinligini ko'rsatgan bo'lsa-da, ularning 92,3% aniqlik ko'rsatkichi O'zbekiston uchun tayyor natija emas, balki metodologik tayanchdir. Mazkur maqolaning maqsadi O'zbekistonning quruq hududlarida qurg'oqchilik va yuqori harorat sharoitida tuproq mikrobiomida yuzaga keladigan o'zgarishlarni

mavjud mikrobiologik, ekologik va iqlim ma'lumotlari asosida sun'iy intellekt usullari yordamida prognozlash imkoniyatlarini baholashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari: 1) qurg'oqchilik va issiqlik stressining tuproq mikrobiomiga ta'sirini ilmiy adabiyotlar asosida tizimlashtirish; 2) iqlim, tuproq va mikrobiom ma'lumotlarini birlashtirish uchun takrorlanadigan hisoblash zanjirini ishlab chiqish; 3) Random Forest va SHAP asosida stress markerlarini aniqlash konsepsiyasini taklif qilish; 4) global ma'lumotlardan O'zbekiston sharoitiga o'tishda yuzaga keladigan noaniqlik va mahalliy kalibrlash ehtiyojlarini belgilash.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Tuproq mikrobiomi va iqlim stressi. Tuproq mikrobiomi biogeokimyoviy aylanishlarning asosiy vositachilaridan biridir. Mikroorganizmlar organik qoldiqlarni parchalash, azot va fosforning mineral shakllarini o'zgartirish, agregat hosil bo'lishi va o'simlik ildizlari bilan o'zaro ta'sirlarda ishtirok etadi. Iqlim o'zgarishi bu jarayonlarni namlik va harorat rejimi orqali o'zgartiradi. Tuproq xususiyatlari ham mikrobiomga ta'sir qiladi, mikroorganizmlar esa aksincha, tuproqning fizik-kimyoviy muhitini o'zgartirishi mumkin; bu ikki tomonlama aloqa prognozlash modelida tuproq parametrlarini alohida predictor sifatida kiritishni talab qiladi.

Mikroorganizmlarning stressga moslashuvi. Qurg'oqchilik sharoitida barcha mikroorganizmlar bir xil javob bermaydi. Suv tanqisligiga chidamli guruhlar osmotik moslashuv, hujayradan tashqari polimerlar hosil qilish, sporalanish yoki resurslardan samaraliroq foydalanish kabi mexanizmlar orqali nisbatan ustunlashishi mumkin. Boshqa guruhlarning nisbiy ulushi esa kamayishi mumkin. Shuning uchun relative abundance ma'lumotlarida kuzatiladigan o'zgarishlar mutlaq hujayra sonining o'zgarishi bilan aynan bir xil bo'lmasligi mumkin. Bu jihat mikrobiom modelining biologik interpretatsiyasida muhim cheklovdir. Dala va meta-tahlil natijalari qurg'oqchilikning jamoa tarkibi va funksiyasiga ta'siri ekologik kontekstga kuchli bog'liqligini ko'rsatadi.

16S rRNA sekvenslash bakterial jamoalarni taksonomik profillashning keng qo'llanadigan usullaridan biridir. Zamonaviy bioinformatik pipeline'larda xom o'qishlar quality control bosqichidan o'tkazilib, xatolar kamaytiriladi va amplicon sequence variants (ASV) darajasida yuqori aniqlikdagi featurelar olinadi. Keyin taxonomik klassifikatsiya, relative abundance, alfa va beta-diversity kabi ko'rsatkichlar hisoblanadi. To'liq shotgun metagenomika esa faqat taksonomik tarkibni emas, balki potensial funksional gen repertuarini ham baholash imkonini beradi. Hagen et al. (2024) 16S rRNA asosidagi ma'lumotlardan foydalanib, differensial abundance tahlili va SHAP natijalarini qiyoslagan va ularni marker-taksonlarni aniqlashda bir-birini to'ldiruvchi yondashuvlar sifatida ko'rsatgan.

Mikrobiom ma'lumotlarida featurelar soni namunalar sonidan ancha ko'p bo'lishi mumkin. Bunday vaziyatda modelni haddan tashqari moslashtirish xavfi yuqori bo'ladi. Shu sababli preprocessing, feature filtering, nested yoki k-fold cross-validation va mustaqil test to'plami muhim. Random Forest nolinear bog'lanishlarni ushlashi, turli tipdagi predictorlarni birlashtirishi va feature importance hisoblash imkoniyati bilan qulay benchmark hisoblanadi. Hagen et al. (2024) besh qismli nested cross-validation asosida Random Forest va Logistic Regressionni qiyoslagan; ularning ma'lumotlarida Random Forest genus darajasida 92,3% o'rtacha aniqlikka erishgan. Bu natija metodning imkoniyatini ko'rsatadi, lekin boshqa hududga avtomatik ko'chiriladigan universal aniqlik darajasi emas.

SHAP (Shapley Additive Explanations) model prognozini feature hissalariga ajratib, murakkab modelning qaror mexanizmini izohlashga yordam beradi. Mikrobiom tadqiqotida bu “qaysi takson qurg‘oqchilik sinfiga mansublikni oshirdi yoki kamaytirdi?” degan savolni tekshirish imkonini beradi. Biroq SHAPdagi yuqori qiymat sababiylikni anglatmaydi: u modeldagi assotsiatsiyani ko‘rsatadi. Shuning uchun ekologik interpretatsiya mustaqil tajriba, differensial abundance tahlili yoki vaqt bo‘yicha kuzatuv bilan tekshirilishi kerak.

Mavjud adabiyotlarning kuchli tomoni - mikrobiom javoblarini tajribaviy va meta-tahliliy asosda hujjatlashtirishi hamda AI yordamida yuqori o‘lchamli ma’lumotlarni tasniflash imkoniyatini ko‘rsatishidir. Zaif tomoni esa geografik va ekologik transfer masalasidir: bir xil taxon turli tuproq, o‘simlik va iqlim sharoitida turlicha ekologik rol bajarishi mumkin. 2025-yilgi AI sharhi ham tuproq mikrobiomi asosida sog‘liq ko‘rsatkichlarini prognozlovchi tadqiqotlar soni hali kamligini va standartlashtirilgan, vaqt bo‘yicha takrorlangan ma’lumotlar zarurligini qayd etadi. Shu sababli O‘zbekiston uchun asosiy ilmiy vazifa tayyor global modelni ko‘chirish emas, balki mahalliy ma’lumot bilan kalibrlanadigan va mustaqil validatsiyadan o‘tadigan modelni yaratishdir.

Metodika

Ushbu ish yangi O‘zbekiston dala tajribasi natijalarini taqdim etmaydi. Metodologiya ochiq mikrobiom ma’lumotlari, iqlim qatorlari, tuproq fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari va ilmiy adabiyotlar asosida ishlab chiqilgan prognozlash konsepsiyasidir. Asosiy hisoblash zanjiri quyidagicha taklif qilinadi: Iqlim ma’lumotlari - tuproq parametrlari - mikrobiom ma’lumotlari - data preprocessing - feature selection - Machine Learning - model validation - SHAP interpretation - mikrobiom prognozi.

Mikrobiom uchun ochiq 16S rRNA yoki shotgun metagenomik datasetlardan foydalanish mumkin. Hagen et al. (2024) ishlatgan Grass-Drought va Sorghum-Drought ma’lumotlari NCBI SRA’da PRJNA369551 va PRJNA435634 BioProject identifikatorlari bilan mavjud. Iqlim qismi uchun uzoq muddatli havo harorati, yog‘ingarchilik, qurg‘oqchilik indeksleri va imkon qadar tuproq namligi qatorlari olinadi. Tuproq blokiga pH, organik uglerod, tekstura, elektr o‘tkazuvchanlik, ozuqa elementlari va mavjud bo‘lsa tuproq harorati kiritiladi. O‘zbekiston modeli uchun Qizilqum, Ustyurt va Orolbo‘yi hududlariga mos lokal ma’lumotlar alohida kalibrlash to‘plami sifatida yig‘ilishi kerak.

16S rRNA ma’lumotlarida avvalo sequencing quality control, adapter va past sifatli o‘qishlarni olib tashlash, xatolarni model qilish va ASV feature jadvalini olish ko‘zda tutiladi. Taxonomik klassifikatsiyadan keyin juda kam uchraydigan featurelar biologik va statistik maqsadga muvofiq filtrlanadi. Relative abundance ma’lumotlari kompozitsion tabiatga ega bo‘lgani sababli oddiy standartlashtirishdan tashqari mos kompozitsion transformatsiyalar ham ko‘rib chiqilishi mumkin. Missing data, batch effect, sequencing depth va turli laboratoriyalarda ishlatilgan protokollar alohida nazorat qilinadi.

Asosiy klassifikator sifatida Random Forest tanlanadi. Model qurg‘oqchilik holatini, masalan, nazorat va stress sinflarini yoki bir necha stress darajasini tasniflash uchun ishlatiladi. Predictorlar ikki blokka bo‘linadi: (1) mikrobiom featurelari - ASV yoki genus darajasidagi relative abundance; (2) ekologik featurelar - tuproq namligi, harorat, yog‘ingarchilik, pH va organik uglerod. Agar yetarli vaqt qatori mavjud bo‘lsa, regressiya modeli orqali kelajakdagi mikrobial indekslar ham prognoz qilinishi mumkin. Logistic Regression oddiy benchmark, XGBoost esa qo‘shimcha nonlinear benchmark sifatida ishlatilishi mumkin.

Ma’lumotlar train/test qismlarga ajratiladi, ammo mikrobiomda bir xil lokatsiya yoki tajriba partiyasining namunalari ikkala qismga tushib qolmasligi kerak. Bu data leakage xavfini kamaytiradi. K-fold yoki nested cross-validation modelni tanlash va hyperparameter optimallashtirish uchun

qo'llanadi. Klassifikatsiya uchun accuracy, precision, recall, F1-score va ROC-AUC baholanadi. Agar sinflar nomutanosib bo'lsa, balanced accuracy va precision-recall AUC ham qo'shilishi maqsadga muvofiq. Ushbu maqolada yangi hisob-kitob bajarilmaganligi sababli hech qanday mahalliy aniqlik yoki boshqa statistik ko'rsatkich "natija" sifatida berilmaydi; yuqoridagi ko'rsatkichlar kutilayotgan baholash mezonlaridir.

Random Forest uchun TreeSHAP orqali har bir predictorning alohida prognozga qo'shgan hissasi hisoblanadi. Natijada mikroorganizmlar, tuproq namligi, harorat yoki organik uglerodning stress klassifikatsiyasiga nisbiy hissasi ko'rsatilishi mumkin. Muhim featurelar biologik marker sifatida faqat ehtimoliy nomzod sifatida talqin qilinadi. Ularning haqiqiy ekologik rolini mustaqil tajribalar, differensial abundance tahlili va vaqt bo'yicha kuzatuvlar bilan tekshirish zarur.

Modelning yakuniy vazifasi ma'lum iqlim va tuproq sharoitida mikrobiomning ehtimoliy holatini baholashdir. Masalan, qurg'oqchilik indeksi va tuproq namligi kelajakdagi stress sinfini, mikrobiom featurelari esa stress bilan bog'liq markerlar to'plamini aniqlashda ishlatilishi mumkin. O'zbekiston uchun eng ishonchli yo'l - global ma'lumotlarda dastlabki modelni o'qitish, keyin mahalliy namunalar bilan transfer learning yoki qayta kalibrlash va nihoyat hududlararo mustaqil test o'tkazishdir.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Adabiyotlar va mavjud ma'lumotlar asosida prognoz qilinadigan natijalar. Yangi laboratoriya yoki dala tajribasi o'tkazilmagani sababli ushbu bo'limda eksperimental "natijalar" emas, balki ilmiy adabiyotlar va taklif etilgan modeldan kutiladigan natijalar bayon qilinadi. Birinchi kutiladigan holat - qurg'oqchilik kuchayishi bilan mikrobial biomassa va ayrim funksional jarayonlarning pasayishi hamda jamoa tarkibining siljishidir. Global meta-tahlilda mikrobial biomassa qurg'oqchilik sharoitida o'rtacha pasaygan, tuproq pH, organik uglerod va loy miqdori esa javobning muhim moderatorlari sifatida qayd etilgan. Boshqa meta-tahlil ham mikrobial biomassa va bir qator ferment faoliyatlarining sezilarli kamayishini ko'rsatgan.

Ikkinchi kutiladigan natija - qurg'oqchilikka nisbatan chidamli taksonlarning nisbiy ulushi o'zgarishi. Bu yerda "ko'payadi" degan ibora mutlaq biomassa oshishini emas, balki boshqa guruhlar kamayishi fonida relative abundance ortishini anglatishi mumkin. Uchinchi yo'nalish - tuproq namligi va haroratning kuchli predictor bo'lishi. Biroq ularning ta'siri pH, organik uglerod, tekstura, o'simlik turi va boshqaruv amaliyotlari bilan o'zaro bog'langan bo'lishi mumkin. Yuqori harorat va suv tanqisligining birgalikdagi ta'siri mikrobiomga alohida stresslarning oddiy yig'indisidan farq qilishi ehtimoli mavjud; shuning uchun modelda interactionlarni hisobga olish muhim.

1-jadval

Qurg'oqchilik va yuqori harorat sharoitida asosiy ko'rsatkichlarning kutiladigan yo'nalishi va modeldagi roli.

Ko'rsatkich	Qurg'oqchilik/issiqlik bilan kutiladigan yo'nalish	Prognozlashdagi roli
Tuproq namligi	Pasayishi kutiladi	Juda yuqori
Tuproq harorati	Stress davrida ortishi mumkin	Yuqori

Mikrobia xilma-xillik	Tarkib va boylik o'zgarishi mumkin	Yuqori
Mikrobia biomassa	Ko'pincha pasayish yo'nalishi	Yuqori
Organik uglerod	Javobni modulyatsiya qiladi	O'rta-yuqori
Stressga chidamli taksonlar	Nisbiy ulushi o'zgarishi mumkin	Yuqori

Hagen et al. (2024) natijalari modelning potentsial imkoniyatini aniq ko'rsatadi: ularning datasetida genus darajasida Random Forest qurg'oqchilik stressini 92,3% aniqlik bilan klassifikatsiya qilgan. SHAP va differensial abundance yondashuvlari marker taksonlarni aniqlashda bir-biriga yaqin ma'lumot bergan. O'zbekiston uchun kutiladigan natija esa aynan 92,3% bo'lishi kerak, degan xulosa chiqarilmaydi. Aksincha, mahalliy tuproq va o'simlik sharoitlari modelni qayta kalibrlashni talab qilishi ehtimoli yuqori.

Qurg'oqchilik mikrobiomni o'zgartirishining asosiy mexanizmlaridan biri suvning tuproq g'ovaklarida taqsimlanishi va diffuziyaning cheklanishidir. Suv kamayganda mikroblar substrat va eritilgan oziqa moddalariga kirish imkonini yo'qotishi, hujayralar osmotik bosimga duch kelishi va metabolik faollikni kamaytirishi mumkin. Meta-tahlillar bu jarayonning natijasi sifatida mikrobia biomassa va nafas olishning pasayishini ko'rsatadi. Biroq ayrim guruhlarining nisbiy ustunlashuvi jamoaning funksional "rezervini" saqlab qolishi mumkin. Shuning uchun tarkibiy o'zgarish har doim ham funksional qulashni anglatmaydi.

Yuqori harorat suv tanqisligi bilan birga kelganda, mikroorganizmlar uchun ikki tomonlama bosim paydo bo'ladi. Harorat metabolik reaksiyalar tezligiga ta'sir qiladi, biroq yuqori diapazonda hujayra stressi va substratning mavjudligi bilan bog'liq cheklovlar kuchayadi. Global meta-tahlil issiqlikning mikrobia biomassa javobi yog'in rejimi, tajriba davomiyligi va ekotizim turiga bog'liqligini ko'rsatgan. Demak, O'zbekiston modeli uchun faqat o'rtacha harorat emas, balki maksimal harorat, ketma-ket issiq kunlar, tuproq namligi va ularning o'zaro ta'siri kabi featurelar ham foydali bo'lishi mumkin.

Random Forestning asosiy afzalligi - murakkab va nolinear munosabatlarni parametrik shaklni oldindan belgilamasdan o'rganishidir. Mikrobiom ma'lumotlarida ko'plab featurelar bo'lishi sababli bu muhim. Ammo modelning cheklovi ham shundan kelib chiqadi: u kuchli assotsiatsiyalarni biologik sabab sifatida ko'rsatishi mumkin. SHAP interpretatsiyani yaxshilaydi, ammo sababiylikni isbotlamaydi. Bundan tashqari, bir xil tajriba yoki hududdan olingan namunalar train va testga tasodifiy bo'linib ketsa, modelning haqiqiy generalizatsiyasi ortiqcha baholanishi mumkin. Shu bois hudud, tajriba va vaqt bo'yicha bloklangan validatsiya O'zbekiston modeli uchun ayniqsa muhim.

Global datasetni O'zbekiston sharoitiga qo'llashdagi eng katta muammo - domain shift. Tuproq mineral tarkibi, sho'rlanish, o'simlik qoplami, mikroiklim, namlik rejimi va laboratoriya protokollari o'zgarishi mikrobiom featurelarining taqsimotini siljitadi. 2025-yilgi AI sharhida ham arid hududlarning ilmiy ma'lumotlarda yetarli vakillik qilmasligi regional bias muammosini kuchaytirishi qayd etilgan. Shuning uchun Qizilqum, Ustyurt va Orolbo'yi uchun mahalliy ma'lumotlar modelning "qo'shimcha" elementi emas, balki ishonchli prognozning asosiy sharti hisoblanadi.

O‘zbekiston kontekstida 2026-yilgi Salsola mikrobiomi haqidagi tadqiqot mahalliy cho‘l ekotizimlarida mikrobiom tadqiqotlari uchun amaliy baza shakllanayotganini ko‘rsatadi. Biroq Salsola bilan bog‘liq mikrobiom natijalarini butun cho‘l tuproqlariga yoki qurg‘oqchilik stressining universal biomarkerlariga tenglashtirish mumkin emas. Kelgusida bir xil hududlarda mavsumlar bo‘yicha takroriy tuproq namunalari, mikrobiom profillari, tuproq fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari va meteorologik kuzatuvlarni bir vaqt o‘qiga birlashtirish zarur. Shunda AI modeli oddiy klassifikatsiyadan ekologik prognozlash tizimiga aylanishi mumkin.

Maqola O‘zbekistonning quruq hududlari sharoitida qurg‘oqchilik va yuqori harorat ta‘sirida tuproq mikrobiomining ehtimoliy o‘zgarishlarini iqlim, tuproq va mikrobiom ko‘rsatkichlarini birlashtirgan Machine Learning modeli yordamida prognozlash konsepsiyasini taklif etadi. Bu yondashuvni “birinchi marta isbotlangan” natija sifatida emas, balki mahalliy ma‘lumotlarni yig‘ish, modelni kalibrlash va ekologik monitoringga integratsiya qilish uchun metodologik asos sifatida talqin qilish lozim.

XULOSA

Tuproq mikrobiomi qurg‘oqchilik va yuqori haroratga javob beradigan, shu bilan birga tuproqning uglerod, azot va boshqa elementlar aylanishini boshqaradigan murakkab biologik tizimdir. Mavjud ilmiy dalillar qurg‘oqchilikning mikrobial biomassa, nafas olish va ayrim fermentativ jarayonlarga salbiy ta‘sirini, shuningdek jamoa tarkibining ekologik sharoitga bog‘liq qayta tashkil topishini ko‘rsatadi. Shu sababli mikrobiomni iqlim stressining indikatorlaridan biri sifatida ko‘rib chiqish ilmiy asosga ega.

Sun‘iy intellekt, xususan Random Forest, mikrobiomning yuqori o‘lchamli ma‘lumotlarini iqlim va tuproq ko‘rsatkichlari bilan birgalikda tahlil qilish uchun mos vosita bo‘lishi mumkin. SHAP esa modelni biologik jihatdan talqin qilish, ehtimoliy marker taksonlar va muhim ekologik predictorlarni ajratish imkonini beradi. Biroq bu natijalar O‘zbekiston uchun tayyor model natijasi sifatida qabul qilinmasligi kerak.

O‘zbekistonning Qizilqum, Ustyurt va Orolbo‘yi kabi quruq hududlari uchun asosiy amaliy ehtiyoj - mahalliy, standartlashtirilgan va vaqt bo‘yicha takrorlangan mikrobiom monitoringini iqlim hamda tuproq kuzatuvlari bilan birlashtirishdir. Bunday ma‘lumotlar global modellarni lokal kalibrlash, hududlararo mustaqil validatsiya va keyinchalik erta ogohlantirish tizimlarini ishlab chiqish imkonini beradi. 2026-yilgi Salsola mikrobiomi bo‘yicha mahalliy tadqiqotlar esa bunday yo‘nalish uchun dastlabki biologik baza shakllanayotganini ko‘rsatadi, biroq bu natijalarni umumlashtirish uchun qo‘shimcha dala ma‘lumotlari zarur.

Kelajakdagi tadqiqotlarda 16S rRNA bilan bir qatorda shotgun metagenomika, metatranskriptomika, tuproq metabolomikasi va sensor ma‘lumotlarini birlashtirish modelning ekologik mazmunini kuchaytirishi mumkin. Ayniqsa, qurg‘oqchilikdan oldingi, stress davridagi va qayta namlanishdan keyingi bosqichlarni bir xil lokatsiyalarda kuzatish mikrobiomning faqat tarkibini emas, balki chidamlilik va tiklanish xususiyatlarini ham prognozlashga yordam beradi. Shu nuqtai nazardan, taklif etilgan yondashuv O‘zbekiston quruq hududlarida mikrobiomga asoslangan ekologik monitoring uchun metodologik asos yaratadi, ammo uning ishonchiligi mahalliy tajriba va mustaqil validatsiya bilan tasdiqlanishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hagen, M., Dass, R., Westhues, C., Blom, J., Schultheiss, S. J., and Patz, S. (2024). Interpretable machine learning decodes soil microbiome's response to drought stress. *Environmental Microbiome*, 19, 35. <https://doi.org/10.1186/s40793-024-00578-1>
2. Amarasinghe, A., Chen, C., Van Zwieten, L., and Rezaei Rashti, M. (2024). The role of edaphic variables and management practices in regulating soil microbial resilience to drought: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 912, 169544. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169544>
3. Pace, R., Schiano Di Cola, V., Monti, M. M., Affinito, A., Cuomo, S., Loreto, F., and Ruocco, M. (2025). Artificial intelligence in soil microbiome analysis: a potential application in predicting and enhancing soil health-a review. *Discover Applied Sciences*, 7, 85. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-06381-4>
4. Jansson, J. K., and Hofmockel, K. S. (2020). Soil microbiomes and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 18, 35–46. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0265-7>
5. Philippot, L., Chenu, C., Kappler, A., Rillig, M. C., and Fierer, N. (2024). The interplay between microbial communities and soil properties. *Nature Reviews Microbiology*, 22, 226–239. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00980-5>
6. Naylor, D., DeGraaf, S., Purdom, E., and Coleman-Derr, D. (2017). Drought and host selection influence bacterial community dynamics in the grass root microbiome. *The ISME Journal*, 11, 2691–2704. <https://doi.org/10.1038/ismej.2017.118>
7. Qu, Q., Wang, Z., Gan, Q., Liu, R., and Xu, H. (2023). Impact of drought on soil microbial biomass and extracellular enzyme activity. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1221981. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1221981>
8. Amanov, A. et al. (2024). Assessing the Potential Impacts of Climate Change on Drought in Uzbekistan: Findings from RCP and SSP Scenarios. *Atmosphere*, 15(7), 866. <https://doi.org/10.3390/atmos15070866>

YER DEGRADATSIYASI SUG'ORILADIGAN YERLARNING KUSHANDASI

Mamanazarova Nasiba Jo'rayevna

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston

e-mail: jurayevnanasiba86@internet.ru

Annotatsiya Maqolada 2020–2025 yillar davrida Qashqadaryo viloyatida yer degradatsiyasining sug'oriladigan yerlar sifatiga ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqotda yer degradatsiyasining asosiy omillari sifatida tuproq sho'rlanishi, sizot suvlari sathining o'zgarishi, suv resurslaridan samarasiz foydalanish, agrotexnik talablarga yetarlicha rioya etilmasligi va irrigatsiya-melioratsiya tizimlarining texnik holati baholangan. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, Qashqadaryo viloyatida sug'oriladigan yerlarning meliorativ holati suv ta'minoti va drenaj tizimlarining samaradorligi bilan uzviy bog'liq. 2025 yilda viloyatda suv ta'minotini yaxshilash, kanallarni betonlashtirish, foydalanishdan chiqqan yerlarni qayta qishloq xo'jaligi oborotiga kiritish va suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish bo'yicha qator chora-tadbirlar amalga oshirilgan. Xususan, 20 078 gektar sug'oriladigan yerning suv ta'minoti yaxshilangan, 1,7 ming gektar

foydalanishdan chiqqan yer qayta o'zlashtirilgan va 1,2 ming gektarda tomchilatib sug'orish texnologiyasi joriy etilgan. Tadqiqot natijasida yer degradatsiyasini kamaytirish uchun suv tejovchi texnologiyalar, organik o'g'itlardan foydalanish, ilmiy asoslangan almashlab ekish, minimal ishlov berish va No-Till texnologiyalari, fitomelioratsiya hamda ixotazorlar barpo etish bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: yer degradatsiyasi, sug'oriladigan yerlar, tuproq sho'rlanishi, sizot suvlari, melioratsiya, irrigatsiya, tuproq unumdorligi, suv tejovchi texnologiyalar, fitomelioratsiya, Qashqadaryo viloyati.

Abstract The article analyzes the impact of land degradation on the quality of irrigated agricultural land in the Kashkadarya region during 2020–2025. The main factors of land degradation include soil salinization, changes in groundwater levels, inefficient use of water resources, insufficient compliance with agrotechnical requirements, and the technical condition of irrigation and drainage infrastructure. The analysis shows that the reclamation condition of irrigated lands in the Kashkadarya region is closely related to the efficiency of water supply and drainage systems. In 2025, a number of measures were implemented in the region to improve water supply, concrete irrigation canals, restore unused agricultural land, and introduce water-saving technologies. In particular, water supply was improved on 20,078 hectares of irrigated land, 1.7 thousand hectares of previously unused land were returned to agricultural production, and drip irrigation technology was introduced on 1.2 thousand hectares. The study proposes measures including water-saving irrigation technologies, organic fertilizers, scientifically based crop rotation, minimum tillage and No-Till technologies, phytomelioration, and the establishment of shelterbelts to reduce land degradation.

Keywords: land degradation, irrigated lands, soil salinization, groundwater, reclamation, irrigation, soil fertility, water-saving technologies, phytomelioration, Kashkadarya region.

Аннотация В статье анализируется влияние деградации земель на качество орошаемых сельскохозяйственных угодий в Кашкадарьинской области в период 2020–2025 годов. К основным факторам деградации земель относятся засоление почв, изменение уровня грунтовых вод, неэффективное использование водных ресурсов, несоблюдение агротехнических требований, а также техническое состояние ирригационно-дренажной инфраструктуры. Анализ показывает, что мелиоративное состояние орошаемых земель в Кашкадарьинской области тесно связано с эффективностью систем водоподачи и водоотведения. В 2025 году в регионе был реализован ряд мер по улучшению водоснабжения, бетонированию оросительных каналов, восстановлению неиспользуемых сельскохозяйственных земель и внедрению водосберегающих технологий. В частности, было улучшено водоснабжение на 20 078 гектарах орошаемых земель, в сельскохозяйственный оборот возвращено 1,7 тыс. гектаров ранее не использовавшихся земель, а на площади 1,2 тыс. гектаров внедрена технология капельного орошения. Для снижения уровня деградации земель в исследовании предлагаются такие меры, как применение водосберегающих технологий полива, использование органических удобрений, научно обоснованный севооборот, технологии минимальной обработки почвы и No-Till, фитомелиорация и создание полезащитных лесополос.

***Ключевые слова:** деградация земель, орошаемые земли, засоление почв, грунтовые воды, мелиорация, орошение, плодородие почв, водосберегающие технологии, фитомелиорация, Кашкадарьинская область. ключевые слова*

KIRISH

Bugungi kunda yer resurslarining degradatsiyasi global ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy muammolardan biri hisoblanadi. Iqlim o'zgarishi, suv resurslarining cheklanganligi, aholi va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi ehtiyojlarining ortishi, yer resurslaridan intensiv foydalanish hamda antropogen bosimning kuchayishi natijasida tuproq qoplamining tabiiy unumdorligi pasayib bormoqda. Yer degradatsiyasi jarayonlari ayniqsa sug'oriladigan dehqonchilik hududlarida yaqqol namoyon bo'ladi. Sug'orish me'yorlarining buzilishi, suvning ortiqcha berilishi, kollektor-drenaj tarmoqlarining samarasiz ishlashi va sizot suvlari sathining ko'tarilishi tuproqda tuzlarning to'planishiga, ikkilamchi sho'rlanish jarayonlarining kuchayishiga va natijada yerlarning ishlab chiqarish salohiyati pasayishiga olib keladi. Qashqadaryo viloyati O'zbekistonda sug'orma dehqonchilik muhim o'rin tutuvchi hududlardan biri bo'lib, viloyat qishloq xo'jaligining barqarorligi ko'p jihatdan suv resurslari va sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatiga bog'liq. Viloyatda qishloq xo'jaligi yerlaridan intensiv foydalanish, iqlimning quruqligi, suv resurslarining cheklanganligi va ayrim hududlarda meliorativ infratuzilmaning eskirishi yer degradatsiyasi xavfini oshiradi. Shu nuqtai nazardan, 2020–2025 yillar davrida Qashqadaryo viloyatida sug'oriladigan yerlarning holatini baholash, degradatsiya jarayonlariga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va yerlarning meliorativ holatini yaxshilashga qaratilgan chora-tadbirlarni tahlil qilish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqotning **maqsadi** — Qashqadaryo viloyatida 2020–2025 yillar davrida yer degradatsiyasining sug'oriladigan yerlar sifatiga ta'sirini baholash, degradatsiyaning asosiy omillarini aniqlash hamda yer resurslaridan barqaror va samarali foydalanish bo'yicha ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqishdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot jarayonida Qashqadaryo viloyati sug'oriladigan yerlarining meliorativ va sifat holatini baholashda statistik, analitik, qiyosiy, kartografik va monitoring usullaridan foydalanildi. 2020–2025 yillar davrida yerlarning meliorativ holati, suv ta'minoti, tuproq sho'rlanishi, sizot suvlari sathi, irrigatsiya va drenaj tizimlarining holati bo'yicha ma'lumotlar qiyosiy tahlil qilindi. Yer degradatsiyasining sug'oriladigan yerlar sifatiga ta'sirini baholashda quyidagi asosiy ko'rsatkichlarga e'tibor qaratildi:

- sug'oriladigan yerlar maydoni;
- sho'rlangan yerlar maydoni va sho'rlanish darajasi;
- sizot suvlari sathi;
- tuproq unumdorligi;
- suv ta'minoti holati;
- kollektor-drenaj tizimlarining samaradorligi;
- foydalanishdan chiqqan va qayta qishloq xo'jaligi oborotiga kiritilgan yerlar;
- suv tejovchi texnologiyalardan foydalanish ko'lami.

Tadqiqotning axborot bazasini O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi, Suv xo'jaligi vazirligi, Qashqadaryo viloyati hokimligi, Kadastr agentligi ma'lumotlari, ilmiy-tadqiqot materiallari hamda sohaviy statistik ma'lumotlar tashkil etdi. Qashqadaryo viloyatida yer

degradatsiyasi ko'p omilli jarayon bo'lib, uning shakllanishida tabiiy va antropogen omillar bir vaqtning o'zida ta'sir ko'rsatadi. Tabiiy omillar qatoriga yuqori harorat, yog'in miqdorining nisbatan kamligi, bug'lanishning yuqoriligi va qurg'oqchilik jarayonlarini kiritish mumkin. Antropogen omillar esa sug'orish suvlaridan me'yorsiz foydalanish, irrigatsiya tarmoqlaridagi yo'qotishlar, drenaj tizimlarining yetarlicha samarali ishlamasligi, agrotexnik tadbirlarning sifatsiz bajarilishi va yerlarga ortiqcha mexanik ta'sir ko'rsatish bilan bog'liq. Shular orasida **tuproq sho'rlanishi va sizot suvlari sathining o'zgarishi** sug'oriladigan yerlar uchun eng muhim degradatsiya omillaridan hisoblanadi. Sizot suvlari yer yuzasiga yaqinlashgan sharoitda kapillyar ko'tarilish jarayoni orqali tuzlarning tuproqning yuqori qatlamlarida to'planishi kuchayadi. Bu esa tuproqning fizik va kimyoviy xususiyatlarini yomonlashtirib, o'simliklarning suv va ozuqa elementlarini o'zlashtirishini qiyinlashtiradi. Shu sababli yer degradatsiyasiga qarshi kurashda faqat tuproq sho'rlanishini bartaraf etish emas, balki uni keltirib chiqarayotgan **suv-tuz balansini buzilishining sabablarini bartaraf etish** muhim hisoblanadi. O'zbekistonda yer degradatsiyasining oldini olish va degradatsiyaga uchragan yerlarni tiklash masalasi so'nggi yillarda davlat siyosati darajasiga ko'tarildi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 10 iyundagi **PQ-277-son «Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarori** bu yo'nalishda muhim huquqiy asoslardan biri bo'ldi. Mazkur qaror asosida yer degradatsiyasi va cho'llanish jarayonlarini monitoring qilish, degradatsiyaga uchragan yerlarni tiklash, rekultivatsiya va melioratsiya tadbirlarini rivojlantirish, yaylovlardan oqilona foydalanish, fitomelioratsiya va himoya o'rmonzorlarini barpo etish kabi yo'nalishlarga alohida e'tibor qaratildi. Ushbu yondashuv Qashqadaryo viloyati uchun ham dolzarb bo'lib, ayniqsa Qarshi cho'li hududida yerlarni muhofaza qilish, shamol eroziyasining oldini olish va fitomeliorativ tadbirlarni kuchaytirishni talab etadi.

QASHQADARYO VILOYATIDA SUG'ORILADIGAN YERLAR HOLATI

Qashqadaryo viloyati qishloq xo'jaligi yerlari tarkibida sug'oriladigan yerlar alohida iqtisodiy ahamiyatga ega. Mavjud ma'lumotlarga ko'ra, viloyatda qishloq xo'jaligiga mo'ljallangan yerlar tarkibida sug'oriladigan ekin maydonlari katta salmoqni egallaydi. 2025 yil 1 yanvar holatiga viloyat qishloq xo'jaligi korxona va tashkilotlarining yer tarkibi bo'yicha rasmiy ma'lumotlar shakllantirilgan bo'lib, bu ma'lumotlar sug'oriladigan yerlardan foydalanish va ularning hududiy taqsimotini baholash imkonini beradi. 2020–2025 yillar davrida viloyatda yerlarning meliorativ holatini yaxshilash bo'yicha bir qator chora-tadbirlar amalga oshirildi. Bunda asosiy e'tibor sug'orish tarmoqlarini rekonstruksiya qilish, kanallarni betonlashtirish, kollektor-drenaj tizimlarini yaxshilash va suv tejovchi texnologiyalarni joriy etishga qaratildi. 2025 yilda Qashqadaryo viloyatida suv ta'minotini yaxshilash bo'yicha amalga oshirilgan ishlar natijasida **20 078 gektar sug'oriladigan yerning suv ta'minoti yaxshilangan**. Shuningdek, «R-26» kanalining quyi qismida joylashgan **1,7 ming gektar foydalanishdan chiqib ketgan yer qayta qishloq xo'jaligi oborotiga kiritilgan**, uning 1,2 ming gektarida tomchilatib sug'orish texnologiyasi joriy etilgan. Mazkur ko'rsatkichlar irrigatsiya infratuzilmasini yaxshilash nafaqat suv ta'minotini barqarorlashtirish, balki foydalanishdan chiqqan yerlarni qayta iqtisodiy oborotga kiritish imkonini ham oshirayotganini ko'rsatadi. Sug'oriladigan yerlarda degradatsiya jarayonlarini kamaytirishda irrigatsiya tizimining texnik holati muhim ahamiyatga ega. Suv tashuvchi kanallarning filtratsiya yo'qotishlari yuqori bo'lgan taqdirda suvning bir qismi tuproqqa singib ketadi. Bu holat ayrim gidrogeologik sharoitlarda sizot suvlari sathining ko'tarilishiga va ikkilamchi sho'rlanish xavfining ortishiga olib kelishi

mumkin. Shu nuqtai nazardan kanallarni betonlashtirish va suv yetkazib berish tizimlarini rekonstruksiya qilish nafaqat suvni tejash, balki yerlarning meliorativ holatini barqarorlashtirishning ham muhim sharti hisoblanadi. 2025 yilda Qashqadaryo viloyatida kanallarni betonlashtirish ishlari natijasida ayrim hududlarda suvning yetib borish muddati 3 sutkadan 1 sutkaga qisqartirilgan va 20 078 gektar sugʻoriladigan yerning suv taʼminoti yaxshilangan. Bu natija suv xoʻjaligi infratuzilmasini modernizatsiya qilishning yer resurslari sifatini saqlash bilan bevosita bogʻliqligini koʻrsatadi. Tuproq shoʻrlanishi Qashqadaryo viloyati sugʻoriladigan yerlari uchun eng dolzarb meliorativ muammolardan biri hisoblanadi. Shoʻrlanish darajasining ortishi tuproqning osmotik bosimini oshirib, oʻsimliklarning suv va mineral elementlarni oʻzlashtirish imkoniyatini cheklaydi. Shoʻrlangan tuproqlarda:

- oʻsimliklarning oʻsishi sekinlashadi;
- tuproq strukturasi buziladi;
- suv oʻtkazuvchanlik xususiyati yomonlashadi;
- namlikdan foydalanish samaradorligi pasayadi;
- qishloq xoʻjaligi ekinlari hosildorligi kamayadi;
- yerdan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi pasayadi.

2025–2028 yillarga moʻljallangan suv resurslarini boshqarish va irrigatsiya sektorini rivojlantirish dasturida respublika boʻyicha shoʻrlangan yerlar maydonini **1 898 ming gektardan 1 732 ming gektargacha**, oʻrtacha va kuchli shoʻrlangan yerlarni esa **578 ming gektardan 460 ming gektargacha** qisqartirish maqsadi belgilangan. Bu koʻrsatkichlar meliorativ tadbirlarning asosiy maqsadi faqat shoʻrlangan yerlarni tiklash emas, balki shoʻrlanishning qayta yuzaga kelishining oldini olishdan iborat boʻlishi lozimligini koʻrsatadi. Yer degradatsiyasini kamaytirishda suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish muhim yoʻnalishlardan biri hisoblanadi. 2025 yilda respublika boʻyicha **817,2 ming gektar** maydonda suv tejovchi texnologiyalar joriy etilgan, jumladan 103,2 ming gektarda tomchilatib, 30,7 ming gektarda yomgʻirilatib va 13,7 ming gektarda diskret sugʻorish texnologiyalari qoʻllanilgan. Shuningdek, 546 ming gektarda lazerli tekislash ishlari amalga oshirilgan. Qashqadaryo viloyati sharoitida tomchilatib sugʻorish va lazerli tekislash texnologiyalarining keng joriy etilishi suvdan foydalanish samaradorligini oshirish bilan birga, sugʻorish jarayonini nazorat qilish va ortiqcha suv berish xavfini kamaytirishga xizmat qiladi. Shuning uchun suv tejovchi texnologiyalarni joriy etishni yer degradatsiyasiga qarshi kurashishning **suv-agroteknik mexanizmi** sifatida baholash mumkin. Qashqadaryo viloyati sharoitida yer degradatsiyasining oldini olish uchun meliorativ tadbirlarni quyidagi yoʻnalishlar bilan komplekslashtirish maqsadga muvofiq:

- sizot suvlari sathi va minerallashtirish muntazam monitoring qilish zarur. Bu degradatsiya jarayonlarini erta aniqlash va xavfli hududlarda profilaktik choralarni oʻz vaqtida amalga oshirish imkonini beradi.
- kollektor-drenaj tarmoqlarining texnik holatini yaxshilash lozim. Drenaj tizimining samarali ishlashi sizot suvlari sathini tartibga solish va ikkilamchi shoʻrlanishning oldini olishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.
- tuproq unumdorligini tiklash uchun organik oʻgʻitlar, kompost va organik moddalardan keng foydalanish zarur. Organik moddalar tuproq strukturasi va suv-fizik xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

- ilmiy asoslangan almashlab ekish tizimini kengaytirish, tuproqqa ortiqcha mexanik ishlov berishni kamaytirish va sharoitga mos hollarda **No-Till** hamda minimal ishlov berish texnologiyalarini joriy etish maqsadga muvofiq.
- shoʻrlanishga nisbatan chidamli ekinlarni tanlash va ularni almashlab ekish tizimiga kiritish zarur.
- Qarshi choʻli va unga tutash hududlarda ixotazorlar va fitomeliyativ maydonlarni kengaytirish zarur. Bu shamol eroziyasini kamaytirish, tuproqni himoya qilish va mahalliy mikroiklimni yaxshilashga xizmat qiladi.

XULOSA

2020–2025 yillar davri tahlili shuni koʻrsatadiki, Qashqadaryo viloyatida yer degradatsiyasi sugʻoriladigan yerlarning ekologik va iqtisodiy holatiga taʼsir koʻrsatuvchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Degradatsiya jarayonlarining shakllanishida tuproq shoʻrlanishi, sizot suvlari sathining oʻzgarishi, suv resurslaridan samarasiz foydalanish, irrigatsiya va drenaj tizimlarining texnik holati hamda agrotexnik talablarga toʻliq rioya etilmasligi muhim oʻrin tutadi. Shu bilan birga, 2025 yilda Qashqadaryo viloyatida suv taʼminotini yaxshilash, kanallarni betonlashtirish va foydalanishdan chiqqan yerlarni qayta oborotga kiritish boʻyicha amalga oshirilgan ishlar ijobiy natijalar bergan. Jumladan, 20 078 gektar sugʻoriladigan yerning suv taʼminoti yaxshilangan va 1,7 ming gektar foydalanishdan chiqqan yer qayta qishloq xoʻjaligi oborotiga kiritilgan. Biroq mazkur natijalarni yer degradatsiyasi toʻliq bartaraf etildi, deb baholash mumkin emas. Chunki yer degradatsiyasi uzoq muddatli va koʻp omilli jarayon boʻlib, uni kamaytirish uchun suv xoʻjaligi, agrotexnika, tuproqshunoslik va ekologik tadbirlarni oʻzaro uygʻunlashtirish talab etiladi. Shu asosda Qashqadaryo viloyatida yer degradatsiyasiga qarshi kurashishning ustuvor modeli sifatida **«suv tejamkorligi – melioratsiya – tuproq unumdorligi – monitoring – fitomeliyatsiya»** oʻzaro bogʻliq tizimini shakllantirish maqsadga muvofiq. Kelgusida viloyatda degradatsiyaga qarshi tadbirlarni hududlar kesimida differensiallashtirish, sizot suvlari va tuproq shoʻrlanishini raqamli monitoring qilish, suv tejovchi texnologiyalarni kengaytirish, kollektor-drenaj tarmoqlarini modernizatsiya qilish, organik oʻgʻitlardan foydalanish, almashlab ekish va No-Till texnologiyalarini joriy etish hamda Qarshi choʻli hududida himoya oʻrmonzorlarini kengaytirish yer resurslaridan barqaror foydalanish samaradorligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 10 iyundagi PQ-277-son «Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari toʻgʻrisida»gi qarori.
- [2]. Oʻzbekiston Respublikasining «Yaylovlar toʻgʻrisida»gi Qonuni, 2019 yil 20 may.
- [3]. Oʻzbekiston Respublikasi Suv xoʻjaligi vazirligi. Suv resurslarini boshqarish va irrigatsiya sektorini rivojlantirish boʻyicha 2025–2028 yillarga moʻljallangan dastur materiallari.
- [4]. Oʻzbekiston Respublikasi Suv xoʻjaligi vazirligi. Qashqadaryo viloyatida kanallarni betonlashtirish va sugʻoriladigan yerlarning suv taʼminotini yaxshilash boʻyicha maʼlumotlar, 2025.
- [5]. Qashqadaryo viloyati qishloq xoʻjaligi korxona va tashkilotlarining foydalanadigan yerlari boʻyicha statistik maʼlumotlar, 2025 yil 1 yanvar holatiga.
- [6]. Oʻzbekiston Respublikasi Suv xoʻjaligi vazirligi. Suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish boʻyicha 2025 yil natijalari.

[7]. Qashqadaryo viloyatining tuproq-iqlim sharoiti va sugʻoriladigan yerlariga oid ilmiy-tadqiqot materiallari.

BIOLOGIYA DARSLARIDA VIRTUAL LABORATORIYA VA AMALIY TAJIRIBALARNI UYGʻUNLASHTIRISH ORQALI OʻQUVCHILARNING TADQIQOTCHILIK KOʻNIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

Suvanova Gulbahor Baxromovna

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, Oʻzbekiston

e-mail: suvonovag@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada biologiya darslarida virtual laboratoriya va amaliy tajribalarni uygʻunlashtirishning pedagogik imkoniyatlari yoritiladi. Oʻquvchilarda tadqiqot savolini qoʻyish, faraz ilgari surish, tajribani rejalashtirish, natijalarni qayd etish va dalillarga asoslangan xulosa chiqarish koʻnikmalarini rivojlantirish yoʻllari tahlil qilinadi. Shuningdek, virtual muhitda olingan natijalarni real kuzatish va tajriba bilan taqqoslashga asoslangan mashgʻulot namunasi hamda baholash mezonlari taklif etiladi.

Kalit soʻzlar: biologiya taʼlimi, virtual laboratoriya, amaliy tajriba, tadqiqotchilik koʻnikmasi, kuzatish, faraz, raqamli taʼlim, pedagogik texnologiya.

Abstract. This article highlights the pedagogical potential of integrating virtual laboratories and practical experiments in biology lessons. Ways of developing students' skills in formulating research questions, proposing hypotheses, planning experiments, recording results, and drawing evidence-based conclusions are analyzed. In addition, a sample learning activity and assessment criteria based on comparing results obtained in a virtual environment with real observations and experiments are proposed.

Keywords: biology education, virtual laboratory, practical experiment, research skills, observation, hypothesis, digital education, pedagogical technology.

Аннотация. В статье освещаются педагогические возможности интеграции виртуальной лаборатории и практических экспериментов на уроках биологии. Анализируются пути развития у учащихся навыков постановки исследовательского вопроса, выдвижения гипотезы, планирования эксперимента, фиксации результатов и формулирования выводов на основе доказательств. Также предлагаются пример учебного занятия и критерии оценивания, основанные на сравнении результатов, полученных в виртуальной среде, с результатами реальных наблюдений и экспериментов.

Ключевые слова: биологическое образование, виртуальная лаборатория, практический эксперимент, исследовательские навыки, наблюдение, гипотеза, цифровое образование, педагогическая технология.

KIRISH

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning taʼlim jarayoniga kirib kelishi biologiya fanini oʻqitish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Biologiya tirik organizmlar, ularning tuzilishi, hayotiy jarayonlari va atrof-muhit bilan munosabatlarini oʻrganadigan fan boʻlgani sababli unda kuzatish va

tajriba alohida o'rin tutadi. O'quvchi biologik tushunchani tayyor ta'rif sifatida yodlab olish bilan cheklansa, hodisaning qanday kechishini, unga qaysi omillar ta'sir qilishini va olingan xulosaning nimaga asoslanishini yetarlicha anglamasligi mumkin. Shuning uchun biologiya darslarida o'quvchini savol berish, dalil izlash va natijalarni izohlashga yo'naltirish muhim pedagogik vazifalardan biridir.

Virtual laboratoriya biologik jarayonlarni kompyuter yoki boshqa raqamli qurilma orqali modellashtirish, tajriba sharoitlarini o'zgartirish va natijalarni kuzatish imkonini beradi. Bunday muhitda o'quvchi ayrim jarayonlarni bir necha marta takrorlashi, o'zgaruvchilar ta'sirini alohida ko'rib chiqishi va natijalarni taqqoslashi mumkin. Amaliy tajriba esa o'quvchini haqiqiy biologik obyekt, laboratoriya jihozlari va kuzatish jarayonidagi tabiiy farqlar bilan yuzlashtiradi. Mazkur ikki faoliyatni bir mavzu doirasida maqsadli bog'lash o'quvchiga modelda ko'rilgan jarayon bilan real sharoitda kuzatilgan hodisa o'rtasidagi o'xshashlik va tafovutlarni tushunishga yordam beradi. UNESCOning ta'limda texnologiyadan foydalanishga bag'ishlangan hisobotida ham virtual laboratoriyalar tadqiqotga yo'naltirilgan ta'lim imkoniyatlaridan biri sifatida ko'rib chiqiladi [2].

O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni ta'lim jarayonini tashkil etishning huquqiy asoslarini belgilaydi [1]. Biologiya darslarida raqamli vositalardan foydalanish masalasi shu umumiy vazifa bilan bog'liq holda, o'quv maqsadi va amaliy faoliyat mazmunidan kelib chiqib hal etilishi lozim. Virtual laboratoriyaning darsdagi o'rni uning texnik yangiligiga qarab emas, balki o'quvchiga qaysi biologik savolni o'rganish va qaysi ko'nikmani egallashda yordam berishiga qarab belgilanadi.

Tadqiqotchilik ko'nikmasi o'quvchining muammoni payqashi, unga oid savol tuzishi, tekshiriladigan farazni ilgari surishi, kuzatish yoki tajriba tartibini belgilashi, ma'lumotlarni yig'ishi hamda ular asosida xulosa chiqarishida namoyon bo'ladi. Masalan, o'quvchi "Yorug'lik o'simlik o'sishiga qanday ta'sir qiladi?" degan savolni qo'ygach, uni tekshirish uchun yorug'lik sharoiti turlicha bo'lgan o'simliklarni kuzatishi mumkin. Bu jarayonda suv miqdori, tuproq turi va kuzatish muddati kabi boshqa sharoitlarni ham hisobga olish zarurligini anglaydi. O'qituvchining vazifasi javobni oldindan aytib berishdan ko'ra, savolni aniqlashtirish, tajriba sharoitlarini tartibga solish va xulosaning dalillarga mosligini muhokama qilishdan iborat bo'ladi.

Virtual va amaliy mashg'ulotlarni uyg'unlashtirishning qulay yo'llaridan biri ularni bir tadqiqot savoli atrofida ketma-ket tashkil etishdir. Dastlab o'quvchilarga hayotiy vaziyat yoki kuzatiladigan biologik hodisa taqdim etiladi. So'ng ular farazlarini yozib, virtual muhitda bir omilni o'zgartirish orqali ehtimoliy natijalarni ko'radilar. Keyingi bosqichda shu mavzuga oid real kuzatish yoki xavfsiz amaliy tajriba o'tkaziladi. Mashg'ulot yakunida o'quvchilar ikkala faoliyat natijalarini solishtirib, farqlar sababini izohlaydilar. Bunday tartib virtual tasvirni o'zgarmas haqiqat deb qabul qilishning oldini oladi va biologik hodisani dalillar asosida tushuntirishga undaydi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Mazkur yondashuvni urug'larning unishi mavzusi misolida ko'rsatish mumkin. Dars boshida o'quvchilarga "Urug'ning unishi uchun namlik qanday ahamiyatga ega?" degan savol beriladi. O'quvchilar farazlarini bildirgach, mavjud raqamli modelda namlik sharoiti o'zgartirilganda qanday natijalar tasvirlanishini kuzatadilar va qayd etadilar. Shundan keyin bir xil turdagi urug'lar ikki guruhga ajratilib, biri namlangan, ikkinchisi quruq muhitda saqlanadi. Har ikkala guruh imkon qadar bir xil harorat va kuzatish sharoitida bo'lishi kerak. O'quvchilar belgilangan kunlarda urug'lardagi o'zgarishlarni jadvalga yozib boradilar. Yakunda ular virtual modelda ko'rilgan natija bilan haqiqiy

urug'lar kuzatuvini taqqoslab, namlikning ahamiyati haqida xulosa chiqaradilar. Tajriba davomida urug'larning sifati yoki namlik miqdoridagi farqlar ham natijaga ta'sir etishi mumkinligini muhokama qilish o'quvchining tanqidiy fikrlashini rivojlantiradi.

Mikroskop bilan ishlash mavzusida ham shu usuldan foydalanish mumkin. Avval o'quvchilar raqamli tasvir yordamida hujayraning asosiy qismlarini tanib oladilar, preparatni ko'rish tartibi bilan tanishadilar. Keyin real preparatni mikroskopda kuzatib, ko'rganlarini chizma yoki qisqa tavsif orqali qayd etadilar. Raqamli tasvirdagi aniq va yirik ko'rinish bilan mikroskop ostidagi tasvirni solishtirish ularga kuzatish sharoiti, kattalashtirish darajasi va preparat sifatining ahamiyatini tushunishga yordam beradi. Bu yerda virtual vosita tayyorgarlik va tushuntirish vazifasini, haqiqiy preparat bilan ishlash esa amaliy ko'nikmani shakllantirish vazifasini bajaradi.

Biologiya darslarida qo'llanadigan virtual laboratoriya o'quvchilarning yoshiga, mavzuning mazmuniga va mashg'ulot maqsadiga mos tanlanishi zarur. Undagi ilmiy ma'lumotlar ishonchli, ko'rsatmalar tushunarli, boshqaruv imkoniyatlari esa o'quvchi bajarishi lozim bo'lgan faoliyatga mos bo'lishi kerak. Masalan, HHMI BioInteractive biologiya ta'limi uchun interfaol materiallar va virtual laboratoriyalarni taqdim etadi [3]. Biroq tayyor resursdan foydalanishda o'qituvchi uning tili, murakkablik darajasi, o'quv dasturiga muvofiqligi va dars sharoitida ishlash imkoniyatini oldindan tekshirishi lozim. Raqamli resursni tanlash bilan birga, undan keyin beriladigan savollar va bajariladigan amaliy ish ham rejalashtirilsa, o'quvchining faoliyati maqsadli tus oladi.

Virtual laboratoriya va amaliy tajribalarni birlashtirishda baholashga ham alohida e'tibor qaratish talab etiladi. O'quvchining faqat to'g'ri javobni topgani emas, balki tadqiqot savolini qanchalik aniq qo'ygani, farazining tekshirilish imkoniyati, tajriba davomida ma'lumotlarni muntazam qayd etgani va xulosasini natijalar bilan asoslagani baholanishi kerak. Buning uchun kuzatuv varaqasi, tajriba kundaligi, qisqa yozma hisobot yoki guruh taqdimotidan foydalanish mumkin. O'qituvchi "Qaysi sharoitni o'zgartirdingiz?", "Qaysi sharoitlarni bir xil saqladingiz?", "Natijangiz farazingizni tasdiqladimi?" kabi savollar orqali o'quvchining fikrlash jarayonini aniqlaydi. Bunday baholash o'quvchiga o'z xatosini ko'rish va keyingi tajribani yaxshiroq rejalashtirish imkonini beradi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ushbu yondashuvni tashkil etishda ayrim amaliy sharoitlarni ham hisobga olish zarur. Barcha ta'lim muassasalarida qurilmalar, internet yoki laboratoriya jihozlari bir xil darajada mavjud emas. Shunday vaziyatda virtual mashg'ulotni o'qituvchi boshchiligida umumiy ekranda namoyish qilish, o'quvchilarni kichik guruhlariga ajratish yoki oldindan yuklab olingan materiallardan foydalanish mumkin. Real tajriba esa mavjud jihozlarga mos, xavfsiz va aniq kuzatiladigan hodisalardan tanlanadi. Eng muhimi, texnik imkoniyat cheklangan sharoitda ham o'quvchi savol berish, kuzatish, ma'lumotlarni yozib borish va dalilga tayangan holda fikr bildirish faoliyatida ishtirok etishidir.

Virtual muhit biologik jarayonning ayrim jihatlarini soddalashtirib ko'rsatadi. Tabiiy sharoitdagi o'zgaruvchanlik, tasodifiy omillar va tajriba davomida yuzaga keladigan kutilmagan holatlar modelda to'liq aks etmasligi mumkin. Shu sababli o'qituvchi o'quvchilarga model qaysi jarayonni tushuntirish uchun yaratilganini va uning chegaralari qayerda ekanini ko'rsatishi lozim. Masalan, virtual tajribada biror omil o'zgartirilganda natija darhol paydo bo'lishi mumkin, haqiqiy biologik jarayon esa bir necha kunlik kuzatishni talab qiladi. Ana shu tafovutning o'zi o'quvchilar uchun muhokama mavzusiga aylanadi.

Biologiya darslarida virtual laboratoriya va amaliy tajribalarni uyg'unlashtirish o'quvchini bilimni tayyor shaklda qabul qilishdan faol izlanishga yo'naltiradi. O'quvchi avval model yordamida hodisa haqida tasavvur hosil qiladi, so'ng uni real kuzatish orqali tekshiradi va olingan ma'lumotlarga qaytib, dastlabki farazini qayta ko'rib chiqadi. Natijada biologik bilim bilan tadqiqot faoliyati o'rtasidagi bog'liqlik kuchayadi. Mazkur yondashuvning pedagogik samaradorligini aniqlash uchun kelgusida muayyan sinf va mavzu doirasida o'quvchilarning mashg'ulotdan oldingi hamda keyingi tadqiqotchilik ko'nikmalarini bir xil mezonlar asosida baholash maqsadga muvofiqdir.

XULOSA

Virtual laboratoriya va amaliy tajribaning uyg'unligi biologiya darsida o'quvchining tadqiqotchilik faoliyatini izchil tashkil etish imkonini beradi. Bunda raqamli model hodisani tasavvur qilish va tajriba sharoitlarini taqqoslashga, amaliy ish esa real obyektni kuzatish va ma'lumot yig'ishga xizmat qiladi. O'qituvchi har ikki faoliyatni aniq tadqiqot savoli, kuzatuv topshirig'i va dalillarga asoslangan muhokama bilan bog'lagandagina o'quvchilarda mustaqil fikrlash, tajribani rejalashtirish hamda ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalari rivojlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1].O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrdagi O'RQ-637-son "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni.
- [2].UNESCO. *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education — A Tool on Whose Terms?* Paris: UNESCO, 2023.
- [3].Howard Hughes Medical Institute. *BioInteractive: Life Science Classroom Resources and Virtual Labs*.
- [4].National Research Council. *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. – Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
- [5]. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *How People Learn II: Learners, Contexts, and Cultures*. – Washington, DC: The National Academies Press, 2018.
- [6] Howard Hughes Medical Institute. *Stickleback Evolution Virtual Lab*. – HHMI BioInteractive, 2011 (2022-yilda yangilangan).
- [7] UNESCO. *Improving Science Education in the Arab States*. – Paris: UNESCO, 2012.
- [8] UNESCO. *The State of Inquiry in Science Education*. – Paris: UNESCO.

INFANTS LATER DIAGNOSED WITH AUTISM HAVE LOWER CANONICAL BABBLING RATIOS IN THE FIRST YEAR OF LIFE

L. D. Yankowitz^{1,2*}, V. Petrulla¹, S. Plate¹, B. Tunc^{1,3}, W. Guthrie^{1,3}, S. S. Meera⁴, K. Tena¹, J. Pandey^{1,3}, M. R. Swanson⁵, J. R. Pruett Jr.⁶, M. Cola¹, A. Russell¹, N. Marrus⁶, H. C. Hazlett⁷, K. Botteron⁶, J. N. Constantino⁶, S. R. Dager⁸, A. Estes⁸, L. Zwaigenbaum⁹, J. Piven⁷, R. T. Schultz^{1,3}, J. Parish-Morris^{1,3} and The IBIS Network

¹ Center for Autism Research, Children's Hospital of Philadelphia, Philadelphia, PA, USA; ² Department of Psychology, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA; ³ Perelman School of Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA; ⁴ National Institute of Mental Health and Neurosciences, Bangalore, India; ⁵ Department of Psychology, University of Texas at Dallas, Richardson, TX, USA; ⁶ Department of Psychiatry, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, USA; ⁷ University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA; ⁸ University of Washington, Seattle, WA, USA; ⁹ Department of Pediatrics, University of Alberta, Edmonton, Canada. *Corresponding author: lisayank@sas.upenn.edu

Abstract. Autism spectrum disorder (ASD) is usually diagnosed from social-communication and behavioral features that become clearer during the second and third years of life, although developmental differences may be present earlier. This study examined canonical babbling ratio (CBR) during the first year in 267 infants with high or low familial likelihood of ASD. Speech-like vocalizations were coded at 6 and 12 months, and language and diagnostic outcomes were assessed at 24 months. CBR was calculated as the proportion of canonical syllables among all speech-like syllables. There were no significant group differences in CBR at 6 months. At 12 months, infants who later received an ASD diagnosis had significantly lower CBR than both high-likelihood infants without ASD and low-likelihood infants. Twelve-month CBR was associated with concurrent expressive language and later language measures, while six-month CBR showed no significant relationship with later language outcomes. Importantly, neither six- nor twelve-month CBR significantly predicted ASD diagnosis at 24 months in logistic regression. The findings indicate that reduced canonical babbling is observable by the end of the first year in infants later diagnosed with ASD, but it is not specific to autism because similar reductions can occur with language delay. CBR may therefore be most useful as one component of a broader early developmental assessment.

Keywords: autism spectrum disorder; canonical babbling; infant vocalization; early development; language delay; early identification.

Annotatsiya. Autizm spektri buzilishi (ASB) odatda hayotning ikkinchi va uchinchi yillarida ijtimoiy muloqot hamda xulq-atvor belgilariga asoslanib aniqlanadi, biroq rivojlanishdagi ayrim farqlar birinchi yildayoq kuzatilishi mumkin. Tadqiqotning maqsadi ASBga oilaviy moyilligi yuqori va past bo'lgan 267 nafar chaqaloqda birinchi yil davomida kanonik babbling nisbati (CBR)ni o'rganishdan iborat bo'ldi. 6 va 12 oylikdagi nutqqa o'xshash tovushlar kodlandi, 24 oylikda esa til rivojlanishi va diagnostik natija baholandi. 6 oyda guruhlar o'rtasida CBR bo'yicha sezilarli farq aniqlanmadi. 12 oyda keyinchalik ASB tashxisi olgan chaqaloqlarda CBR boshqa yuqori xavf guruhlari va past xavf guruhiga qaraganda past bo'lgan. 12 oylik CBR shu davrdagi ifodali til ko'rsatkichlari hamda 24 oylikdagi til natijalari bilan bog'liq bo'lgan. Shu bilan birga, 6 va 12 oylik

CBR keyingi ASB tashxisini mustaqil ravishda sezilarli darajada bashorat qilmagan. Natijalar kanonik babblingdagi pasayish birinchi yil oxirida ASB bilan bog'liq bo'lishi mumkinligini, ammo u o'ziga xos marker emasligini ko'rsatadi. Shuning uchun CBR boshqa erta rivojlanish belgilarining жиынтыгында baholanishi maqsadga muvofiq.

Kalit so'zlar: autizm spektri buzilishi; kanonik babbling; chaqaloq tovushlari; erta rivojlanish; til kechikishi; erta aniqlash

INTRODUCTION

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental condition characterized by differences in social communication and behavior. Diagnostic features are commonly identified during the second and third years of life, but some developmental differences can appear during the first year. Early developmental markers are important because they may support earlier referral and intervention, while also helping researchers understand pathways to later language and social-communication outcomes.

Canonical babbling is a major speech-language milestone. It involves well-formed syllables containing a consonant-like element and a fully resonant vowel, typically emerging in the second half of the first year, often between approximately 6 and 10 months. Babbling provides practice for vocal-motor control, linguistic patterns, and communicative turn-taking. Delays or lower rates of canonical babbling have been reported in several developmental conditions, including language delay, Fragile X syndrome, Rett syndrome, and ASD.

Previous studies have suggested that infants later diagnosed with ASD may show reduced canonical babbling, but findings have been mixed and differences have also been reported in children with developmental or language delays. Therefore, canonical babbling may be sensitive to atypical development without being specific to ASD. The present longitudinal study examined changes in CBR from 6 to 12 months in infants with high and low familial likelihood of ASD, and tested associations with language and diagnostic outcomes at 24 months.

METHODS

PARTICIPANTS

Participants were drawn from the Infant Brain Imaging Study (IBIS), a multisite longitudinal study. The high-likelihood group included infants with an older sibling diagnosed with autism. The low-likelihood group included infants with a typically developing older sibling and no first-degree relative with autism or intellectual disability. The present analysis included infants with an available audio-video recording at 6 or 12 months, maternal education information, and a 24-month diagnostic outcome.

The final sample comprised 267 infants: 44 HL-ASD, 141 HL-Neg, and 82 LL infants. Diagnostic and developmental outcomes were assessed longitudinally, with the main diagnostic outcome at 24 months.

BEHAVIORAL ASSESSMENT

Language development was assessed with the Mullen Scales of Early Learning at 6, 12, and 24 months. The MacArthur-Bates Communicative Development Inventories provided an additional measure of word production. At 24 months, diagnostic evaluation included the Autism Diagnostic

Observation Schedule-2 and Autism Diagnostic Interview-Revised, with diagnoses determined by expert clinicians.

At 6 and 12 months, infants completed standardized observation sessions that were audio- and video-recorded. Vocalizations were segmented and independently coded by trained raters blinded to diagnostic outcome.

CODING OF CANONICAL BABBLING

Speech-like vocalizations were classified as canonical or non-canonical. Canonical syllables required a fully resonant vowel-like nucleus, a consonant-like margin, and a timely transition. CBR was calculated as canonical syllables / (canonical + non-canonical syllables). Reduplicated and variegated babbling were also coded. Reliability was high (ICC(A,1) = 0.84). Analyses controlled for site, sex, and maternal education and used generalized linear, mixed, and logistic regression models.

RESULTS

CANONICAL BABBLING AT 6 MONTHS

No significant group differences in CBR were detected at 6 months. Mean CBR values were very low across groups (HL-ASD: 0.03; HL-Neg: 0.02; LL: 0.02), and more than half of infants produced no canonical syllables during the recording. The limited number of speech-like vocalizations at this age reduced the stability of CBR estimates and made early group comparisons difficult.

CANONICAL BABBLING AT 12 MONTHS

At 12 months, the HL-ASD group showed a significantly lower CBR than both the HL-Neg and LL groups. The difference was driven primarily by a lower rate of canonical syllable production, while the rate of non-canonical syllables did not differ significantly between the groups. CBR values were variable across individuals, indicating that developmental trajectories were not uniform.

Using the traditional threshold of CBR > 0.15, no significant group differences were found in the likelihood of reaching the canonical babbling milestone. Thus, a continuous measure of CBR detected group differences that were not captured by a simple milestone classification.

Group	N	6-month CBR	12-month CBR
HL-ASD	44	0.03 (0.04)	0.16 (0.12)
HL-Neg	141	0.02 (0.04)	0.22 (0.15)
LL	82	0.02 (0.03)	0.22 (0.16)

Table 1. Mean (SD) canonical babbling ratio by group at 6 and 12 months.

GROWTH IN BABBLING OVER TIME

There were significant group-by-age interactions. Between 6 and 12 months, the HL-Neg and LL groups showed faster increases in CBR than the HL-ASD group. Individual trajectories varied, and some infants in all groups showed little change or even declines in CBR. These findings support the value of longitudinal assessment rather than relying on a single early observation.

RELATIONSHIP WITH LANGUAGE MEASURES

CBR was significantly associated with concurrent expressive language at both 6 and 12 months. Twelve-month CBR was also associated with the number of words produced at 12 months. Importantly, 12-month CBR was associated with expressive language and word production measured at 24 months, indicating that the quality of babbling near the end of the first year relates to later language development.

In contrast, six-month CBR was not significantly associated with later expressive language measures. This pattern is consistent with the developmental timing of canonical babbling: six months may be too early for stable individual differences to emerge, whereas 12 months provides a clearer developmental signal.

LANGUAGE DELAY AND PREDICTION

When the high-likelihood groups were divided by language delay, infants with language delay but without ASD showed reduced 12-month CBR relative to high-likelihood infants without language delay and had CBR values similar to infants later diagnosed with ASD. This result indicates that reduced canonical babbling is not specific to ASD and may also reflect broader language-developmental vulnerability.

Logistic regression showed that neither 6-month nor 12-month CBR significantly predicted ASD diagnosis at 24 months after controlling for site, sex, and maternal education. Therefore, CBR alone should not be interpreted as a diagnostic test for later ASD.

DISCUSSION

The main finding was that reduced canonical babbling became evident by 12 months in infants who were later diagnosed with ASD. The result is consistent with earlier reports of reduced canonical babbling in infants and toddlers with ASD, but the present longitudinal design adds evidence that the difference can be observed before a later diagnostic outcome is established. The effect was not present at 6 months, a time when canonical babbling is still emerging for many infants.

The observed reduction in 12-month CBR was mainly explained by fewer canonical syllables rather than an increase in non-canonical syllables. In practical terms, when infants later diagnosed with ASD produced speech-like vocalizations, a smaller proportion consisted of mature canonical syllables. At the same time, substantial individual variability remained within every group, indicating that CBR should not be interpreted as a fixed developmental rule.

The relationship between 12-month CBR and later language outcome is also important. Canonical syllables are considered precursors to word production, and babbling provides practice for speech-motor, linguistic, and interactive processes. The association between CBR at 12 months and language measures at 24 months therefore supports the broader developmental relevance of early vocal behavior. However, the absence of a significant predictive effect for ASD diagnosis shows that a useful developmental correlate is not necessarily a specific diagnostic marker.

The language-delay analyses further clarify the result. High-likelihood infants with language delay but without ASD showed CBR patterns similar to some infants later diagnosed with ASD. This suggests that reduced canonical babbling may mark general developmental or language vulnerability

rather than autism specifically. For this reason, canonical babbling is better viewed as one component of developmental surveillance than as a standalone screening marker.

CLINICAL AND DEVELOPMENTAL IMPLICATIONS

The findings support careful observation of early vocal development during the first year of life. Differences in babbling may become noticeable before a formal ASD diagnosis is possible, creating an opportunity for closer developmental monitoring and early support when other concerns are also present. The study does not support using CBR alone to diagnose or predict ASD.

An important implication is that early vocal measures may be more informative when combined with other social-communication indicators, such as directing vocalizations toward people, response to social interaction, gestures, and other early developmental behaviors. Automated and home-based recording approaches may also make quantitative vocal assessment more accessible, although additional validation is needed.

LIMITATIONS

Several limitations should be considered. First, the recordings were relatively short, especially at 6 months, and some infants produced few speech-like vocalizations. Second, the sample was enriched for familial likelihood of ASD, so the results may not generalize directly to infants from the general population. Third, the study had limited racial and socioeconomic diversity, and the exclusion criteria reduced heterogeneity in the sample. Finally, CBR is a sensitive measure of developmental variation but lacks specificity when used on its own.

CONCLUSION

Canonical babbling differences can be observed by the end of the first year in infants later diagnosed with ASD, with lower CBR and slower growth from 6 to 12 months compared with comparison groups. Twelve-month CBR is related to language development, including outcomes at 24 months, but CBR alone does not significantly predict later ASD diagnosis. The findings support canonical babbling as an early, non-specific developmental marker that may be useful when combined with other behavioral and language indicators in early developmental assessment.

REFERENCES:

- [1].Yankowitz LD, Petrulla V, Plate S, et al. Infants later diagnosed with autism have lower canonical babbling ratios in the first year of life. *Molecular Autism*. 2022;13:28. <https://doi.org/10.1186/s13229-022-00503-8>.
- [2].American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)*. Washington, DC: American Psychiatric Publishing; 2013.
- [3].Bryson SE, Zwaigenbaum L, McDermott C, Rombough V, Brian J. The Autism Observation Scale for Infants: scale development and reliability data. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2008;38(4):731–738.
- [4].Fenson L, Dale PS, Reznick JS, et al. Variability in early communicative development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. 1994;59(5):i–185.
- [5].Fuller EA, Kaiser AP. The effects of early intervention on social communication outcomes for children with autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2020;50(5):1683–1700.

- [6].McDaniel J, D'Ambrose Slaboch K, Yoder P. A meta-analysis of the association between vocalizations and expressive language in children with autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*. 2018;72:202–213.
- [7].McLaughlin MR. Speech and language delay in children. *American Family Physician*. 2011;83(10):1183–1188.
- [8].Oller DK. The emergence of the speech capacity. Mahwah: Erlbaum; 2000.
- [9].Oller DK, Eilers RE, Neal AR, Schwartz HK. Precursors to speech in infancy: the prediction of speech and language disorders. *Journal of Communication Disorders*. 1999;32(4):223–245.
- [10]. Patten E, Belardi K, Baranek GT, Watson LR, Labban JD, Oller DK. Vocal patterns in infants with autism spectrum disorder: canonical babbling status and vocalization frequency. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2014;44(10):2416–2428.
- [11]. Tenenbaum EJ, Carpenter KLH, Sabatos-DeVito M, et al. A six-minute measure of vocalizations in toddlers with autism spectrum disorder. *Autism Research*. 2020;13(8):1373–1382.
- [12]. Webb SJ, Jones EJH, Kelly J, Dawson G. The motivation for very early intervention for infants at high risk for autism spectrum disorders. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2014;16(1):36–42.
- [13]. Wetherby AM, Woods J, Allen L, et al. Early indicators of autism spectrum disorders in the second year of life. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2004;34(5):473–493.
- [14]. Wolff JJ, Piven J. Predicting autism in infancy. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2021;60(8):958–967.
- [15]. Yankowitz LD, Schultz RT, Parish-Morris J. Pre- and paralinguistic vocal production in ASD: birth through school age. *Current Psychiatry Reports*. 2019;21(12):126.
- [16]. *Formatting note: this document is an abridged, formatted version based on the supplied 2022 source article and the supplied 2026 conference formatting requirements.*

GEN MUHANDISLIGIDA QO‘LLANILADIGAN ASOSIY FERMENTLAR VA BIOTEKNOLOGIK TURLARI VA ZAMONAVIY QO‘LLANILISH SOHALARI

Mamatkulov Farrux G‘olibjonovich

Iqtisodiyot va Pedagogika Universiteti NTM, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: farruxmamatqulov972@gmail.com

Annotatsiya. *Gen muhandisligi va rekombinant DNK texnologiyasi zamonaviy biotexnologiya va molekulyar biologiyaning tamal toshi hisoblanadi. Ushbu texnologiyalarning samarali amalga oshirilishi bevosita fermentlarning katalitik xususiyatlari, o‘ziga xosligi (specificity) va kinetik parametrlari bilan belgilanadi. Ushbu maqolada gen muhandisligida ishlatiladigan asosiy fermentlar sinflari: restriksiya endonukleazalari, ligazalar, DNK va RNK polimerazalar, modifikatsiyalovchi fermentlar hamda CRISPR-Cas nukleaza tizimlari har tomonlama tahlil qilinadi. Maqolada fermentativ kinetika printsiplari, xususan Mixaelis-Menten modeli, Vmax, Km va kcat parametrlari va ularning ferment unumdorligiga ta'siri matematik modellashtirilgan. Shuningdek, rekombinant DNK klonlash, PZR (PCR) amplifikatsiyasi, cDNK sintezi va elektroforetik analiz bo'yicha batafsil laboratoriya protokollari keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *Gen muhandisligi, restriksiya fermentlari, DNK-ligaza, Mixaelis-Menten kinetikasi, Km, Vmax, PZR protokoli, CRISPR-Cas9, rekombinant DNK texnologiyasi.*

Abstract. Genetic engineering and recombinant DNA technology are fundamental pillars of modern biotechnology and molecular biology. The effective implementation of these technologies is directly determined by the catalytic properties, specificity, and kinetic parameters of enzymes. This article provides a comprehensive analysis of the major classes of enzymes used in genetic engineering, including restriction endonucleases, ligases, DNA and RNA polymerases, modifying enzymes, and CRISPR-Cas nuclease systems. The principles of enzymatic kinetics, particularly the Michaelis–Menten model, as well as the parameters V_{max} , K_m , and k_{cat} and their effects on enzyme performance, are mathematically modeled. In addition, detailed laboratory protocols for recombinant DNA cloning, PCR amplification, cDNA synthesis, and electrophoretic analysis are presented.

Keywords: genetic engineering, restriction enzymes, DNA ligase, Michaelis–Menten kinetics, K_m , V_{max} , PCR protocol, CRISPR-Cas9, recombinant DNA technology.

Аннотация. Генная инженерия и технология рекомбинантной ДНК являются фундаментальными направлениями современной биотехнологии и молекулярной биологии. Эффективность реализации данных технологий непосредственно определяется каталитическими свойствами, специфичностью и кинетическими параметрами ферментов. В статье представлен всесторонний анализ основных классов ферментов, используемых в генной инженерии, включая рестрикционные эндонуклеазы, лигазы, ДНК- и РНК-полимеразы, модифицирующие ферменты, а также нуклеазные системы CRISPR-Cas. Рассмотрены принципы ферментативной кинетики, в частности модель Михаэлиса–Ментен, а также параметры V_{max} , K_m и k_{cat} и их влияние на эффективность ферментов, которые представлены посредством математического моделирования. Кроме того, приведены подробные лабораторные протоколы рекомбинантного клонирования ДНК, ПЦР-амплификации, синтеза кДНК и электрофоретического анализа.

Ключевые слова: генная инженерия, рестрикционные ферменты, ДНК-лигаза, кинетика Михаэлиса–Ментен, K_m , V_{max} , протокол ПЦР, CRISPR-Cas9, технология рекомбинантной ДНК.

KIRISH

Gen muhandisligi — bu tirik organizmlarning genetik materialini maqsadli ravishda oʻzgartirish, genlarni klonlash, ajratib olish va boshqa organizmlarga koʻchirib oʻtkazish majmuasidir. 1970-yillarda restriksiya endonukleazalari va DNK ligaza fermentlarining kashf etilishi rekombinant DNK texnologiyasiga asos soldi.

Molekulyar biologiyada fermentlar "biologik qaychi", "biologik elim" va "biologik nusxalash uskunasi" vazifasini bajaradi. Ular DNK/RNK zanjirlarini ma'lum ketma-ketliklarda kesish, ularni qayta ulash, nukleotidlar zanjirini sintez qilish yoki ularning uchlariga kimyoviy guruhlar qoʻshish kabi jarayonlarni yuqori aniqlikda katalizlaydi. Ushbu maqolaning maqsadi — gen muhandisligida qoʻllaniladigan fermentlarning ta'sir mexanizmlari, kinetik ko'rsatkichlari va amaliy laboratoriya metodologiyasini tizimli yoritishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Asosiy fermentlar sinflari va ularning mexanizmlari. Gen muhandisligida fermentlar bajaradigan funksiyasiga koʻra bir necha asosiy guruhga boʻlinadi:

Restriksiya endonukleazalari (Nukleazalar). Restriksiya fermentlari spetsifik DNK ketma-ketliklarini (palindromik nukleotidlar) tanib, fosfodiester bog'larini uzadi. II tur restriksiya fermentlari gen muhandisligida eng keng qo'llaniladi: **Yopishqoq uchlar (Sticky ends):** masalan, *EcoRI* (5'-G↓AATTC-3'). **To'mtoq uchlar (Blunt ends):** masalan, *SmaI* (5'-CCC↓GGG-3').

Ulovchi fermentlar (Ligazalar). Ligazalar ikki DNK bo'lagining 3'-OH va 5'-P uchlari o'rtasida fosfodiester bog'ini hosil qilib, ularni jipslashtiradi. **T4 DNK Ligaza** ham yopishqoq, ham to'mtoq uchli DNK fragmentlarini ulash xususiyatiga ega va reaksiyada kofaktor sifatida ATP talab qiladi.

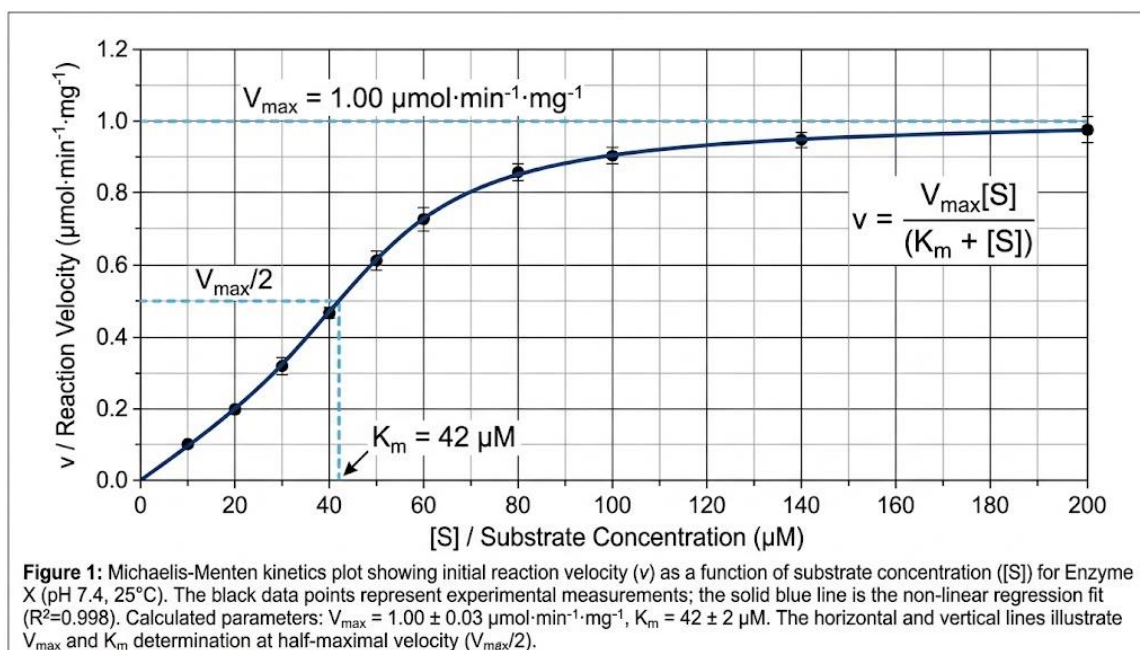
1-jadval

Maqolaning innovatsion tuzilishi uchun taklif etiladigan usullar

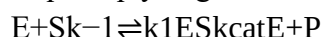
Texnologiya	Asosiy Fermentlar	Klassik Usullardan Farqi va Afzalligi
Gibson Assembly	T5 Eksonukleaza, Phusion Polimeraza, Taq Ligaza	Restriksiya saytlariga bog'liqsiz, bir idishda ko'p fragmentli klonlash
Golden Gate	Type IIS Restriksiya fermentlari, T4 Ligaza	100% unumdorlik, qayta kesilishsiz bir bosqichli reaksiya
Prime Editing	dCas9-Nickase, MuLV Reverse Transcriptase	DSB hosil qilmaydi, donor DNK talab qilmaydi, yuqori aniqlik
RPA / LAMP	<i>Bst</i> / <i>Bsu</i> DNK Polimerazalar, Rekombinaza	Thermocycler talab qilmaydi, izotermik (37-65°C) o'ta tez amplifikatsiya

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Polimerazalar va Teskari Transkriptaza. Taq va Pfu Polimerazalar: PZR (PCR) reaksiyasida DNK nusxalarini sintez qilish uchun ishlatiladigan termostabil fermentlar. **Reverse** Transkriptaza (Teskari transkriptaza): RNK matritsasi asosida komplementar DNK (cDNK) sintez qiladi. Fermentativ kinetika va matematik modellashtirish. Gen muhandisligida ferment reaksiyalarining samaradorligini baholash va ularni optimallashtirish uchun fermentativ kinetika prinsiplari qo'llaniladi.



Mixaelis-Menten tenglamasi. Ferment (E) va substrat (S) oʻrtasidagi vaqtinchalik kompleks (ES) hosil boʻlishi va mahsulot (P) ajralib chiqishi quyidagi reaksiya sxemaga ega:



Bu yerda k_1 — substrat bogʻlanish tezlik konstantasi, k_{-1} — kompleksning dissotsiatsiya konstantasi, k_{cat} — katalitik oʻtish konstantasi (turnover number).

Reaksiya boshlangʻich tezligi (v_0) va substrat konsentratsiyasi ($[S]$) oʻrtasidagi bogʻliqlik **Mixaelis-Menten tenglamasi** orqali ifodalanadi:

$$v_0 = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$$

Bu yerda: **$V_{\max}$** : Fermentning substrat bilan toʻliq toʻyinishidagi maksimal reaksiya tezligi ($V_{\max} = k_{\text{cat}}[E]_T$). **K_m** : Mixaelis konstantasi ($K_m = k_{-1}/k_1 + k_{\text{cat}}$). Bu fermentning substratga boʻlgan qarindoshligini (affinity) koʻrsatadi. K_m qiymati necha kichik boʻlsa, ferment substrat bilan shunchalik kuchli bogʻlanadi.

Lineweaver-Burk (Ikkilangan teskari) koordinata tahlili. $V_{\max}$ va K_m qiymatlarini tajriba maʼlumotlaridan aniq hisoblash uchun Mixaelis-Menten tenglamasi chiziqli koʻrinishga keltiriladi:

$$\frac{1}{v_0} = \left(\frac{K_m}{V_{\max}} \right) \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}}$$

Ushbu toʻgʻri chiziqli grafikda: Y-oʻqini kesib oʻtish nuqtasi = $1/V_{\max}$. X-oʻqini kesib oʻtish nuqtasi = $-1/K_m$. Chiziqning ogʻish burchagi tanfensi (slope) = $K_m/V_{\max}$

Katalitik Samaradorlik (Katalytic Efficiency). Gen muhandisligida turli modifikatsiyalangan yoki mutant fermentlarning faolligini taqqoslash uchun katalitik samaradorlik koʻrsatkichi ishlatiladi: $\text{Katalitik samaradorlik} = k_{\text{cat}}/K_m$ ($M^{-1}s^{-1}$). Ushbu koʻrsatkich fermentning mos keluvchi substratni qanchalik tez va aniq mahsulotga aylantirishini ifodalaydi.

Batafsil laboratoriya metodologiyasi va protokollari. 4.1. Restriksiya fermentlari yordamida plazmid DNKni kesish protokoli. Kerakli reaktivlar: Plazmid DNK ($1 \mu\text{g}/\mu\text{L}$) — $2 \mu\text{L}$; Restriksiya fermenti (masalan, *EcoRI*, $20 \text{ U}/\mu\text{L}$) — $1 \mu\text{L}$; $10\times$ Reaksiya buferi — $2 \mu\text{L}$; Steril nuclease-free suv — $15 \mu\text{L}$. Jami hajm: $20 \mu\text{L}$

Bajarilish bosqichlari: 0.2mL microcentrifuge probirkasiga ketma-ketlikda suv, 10× bufer, plazmid DNK va oxirida *EcoRI* fermenti qo'shiladi; Reaksiya aralashmasi qisqa vaqt (3-5 soniya) vorsasimon silkitiladi va mikrotsentrifugada cho'ktiriladi; Probirka 37°C li termostat yoki water bath'da 1 soat davomida inkubatsiya qilinadi; Ferment faolligini to'xtatish uchun 65°C haroratda 20 daqiqa davomida terma-inaktivatsiya qilinadi.

T4 DNK-Ligaza yordamida ligatsiyalash protokoli. Reaksiya aralashmasi: Vektor DNK (kesilgan, 50mg) — 1µL; Kiritiluvchi gen (Insert DNK) — 3:1 yoki 5:1 molar nisbatda; 10× T4 DNK Ligase Buffer (tarkibida 10mM ATP bor) — 2µL; T4 DNK Ligaza (1U/µL) — 1µL; Nuclease-free suv — hajmni 20µL ga yetkazguncha.

Inkubatsiya rejimi: Yopishqoq uchlar uchun: 16°C haroratda 16 soat (yoki xona haroratida 2 soat). To'mtoq uchlar uchun: 16°C haroratda overnight (tun bo'yi).

2-jadval

PZR (PCR) Amplifikatsiyasi protokoli

Komponent	Boshlang'ich konsentratsiya	Yakuniy konsentratsiya	Hajmi (50µL reaksiyada)
2× Taq Master Mix	2×	1×	25µL
To'g'ri praymer (Forward)	10µM	0.2µM	1µL
Teskari praymer (Reverse)	10µM	0.2µM	1µL
Matritsa DNK (Template)	100ng/µL	<250ng	1µL
Nuclease-free H ₂ O	—	—	22µL

Amplifikatsiya dasturi (Termotsikler): Boshlang'ich denaturatsiya: 95°C — 5 daqiqa. 30-35 sikl: Denaturatsiya: 95°C — 30 soniya. Praymer birikishi (Annealing): 55–62°C — 30 soniya. Elongatsiya (Sintez): 72°C — 1 daqiqa (1kb DNK uchun). Yakuniy elongatsiya: 72°C — 7 daqiqa. Saqlash: 4°C — cheksiz. Agarozli gel elektroforezi. 1% li agaroz geli 1× TAE buferida eritiladi va mikrotolqinli pechda qaynatiladi. Gel 50°C gacha sovutilgach, Interkalatsiyalovchi bo'yoq (Ethidium Bromide yoki GelRed) qo'shiladi va kassetaga quyiladi. Namunalar 6× Loading Dye bilan aralashtirilib, gel quduqchalariga yuklanadi. 90–110V kuchlanish ostida 45 daqiqa davomida elektroforez o'tkaziladi. Natijalar UV-transillyuminator yoki gel-dokumentatsiya tizimida vizualizatsiya qilinadi.

3-jadval

Fermentlarning qo'llanilish sohalari va qiyosiy tahlili

Ferment nomi	Kelib chiqishi	Bajaradigan asosiy vazifasi	Km / Optimal sharoit	Qo'llaniladigan sohasi
--------------	----------------	-----------------------------	----------------------	------------------------

EcoRI	<i>E. coli</i>	5'-G↓AATTC-3' joydan kesish	37°C, pH 7.5, 100mM NaCl	Vektorlarga gen kiritish, RFLP
T4 DNK Ligaza	<i>T4</i> <i>Bakteriophage</i>	Fosfodiester bog'ini ulash	16°C, ATP talab qiladi	Rekombinant plazmid tayyorlash
Taq Polimeraza	<i>Thermus</i> <i>aquaticus</i>	5'→3' DNK sintezi	72°C, 1.5mM MgCl ₂	PZR diagnostika va amplifikatsiya
M-MuLV RT	<i>Retrovirus</i>	RNKdan cDNK sintezi	42°C, DTT talab qiladi	RT-PCR, RNK-seq
Cas9 Enzim	<i>S. pyogenes</i>	gRNK orqali maqsadli kesish	37°C, pH 7.9	CRISPR genom tahrirlash

Zamonaviy texnologiyalar va ferment muhandisligi. So'nggi yillarda **CRISPR-Cas9** va **Cas12/Cas13** fermentlari genomni tahrirlashda yuqori aniqlikni ta'minladi. Ferment muhandisligi (Enzyme Engineering) va sun'iy intellekt (AlphaFold, Rosetta) yordamida fermentlarning termostabilligi, kcat ko'rsatkichi hamda substrat spetsifikligi modifikatsiya qilinmoqda. Bu esa biotexnologiya va gen terapiyasida yangi imkoniyatlarni ochmoqda.

XULOSA

Gen muhandisligi fermentlarining kinetik xususiyatlarini va laboratoriya protokollarini chuqur tushunish rekombinant DNK texnologiyasining muvaffaqiyatli amalga oshirilishini ta'minlaydi. Mixaelis-Menten parametrlari (Km, Vmax) fermentativ reaksiyalarni aniq hisoblash va optimallashtirish imkonini beradi. Zamonaviy molekulyar biologiyada ushbu fermentlarning qo'llanilishi kelajakda genetik kasalliklarni davolash va sinteza biologiyasini rivojlantirishda muhim o'rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Sambrook, J., & Russell, D. W. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- [2] Michaelis, L., & Menten, M. L. (1913). Die Kinetik der Invertinwirkung. *Biochemische Zeitschrift*, 49, 333-369.
- [3] Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213), 1258096.
- [4] Pingoud, A., Wilson, G. G., & Wende, W. (2014). Type II restriction endonucleases—a historical perspective and more. *Nucleic Acids Research*, 42(12), 7489-7527.
- [5] Saiki, R. K., et al. (1988). Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239(4839), 487-491.

TRANSGEN O'SIMLIKLARNI YARATISH AGROBAKTERIYA VOSITACHILIGIDAGI VA BIOLISTIK TRANSFORMATSIYA METODOLOGIYALARI, MOLEKULYAR VERIFIKATSIYA HAMDA BIOTEXNOLOGIK ISTIQBOLLARI

Mamatkulov Farrux G'olibjonovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM, Qarshi 180100, O'zbekiston,

e-mail: farruxmamatqulov972@gmail.com

Annotatsiya. *Transgen o'simliklar yetishtirish zamonaviy qishloq xo'jaligi biotexnologiyasi va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashning asosiy yo'nalishlaridan biridir. Rekombinant DNK texnologiyasi yordamida o'simliklar genomiga foydali genlarni (abiotik va biotik stresslarga chidamlilik, hosildorlikni oshirish, ozuqaviy qiymatni boyitish) kiritish mumkin. Ushbu maqolada transgen o'simliklarni olishning ikkita keng qo'llaniladigan usuli — Agrobacterium tumefaciens vositachiligidagi transformatsiya hamda mikroprojektilar bilan bombardimon qilish (biolistik/Gene Gun) usullari tahlil qilinadi. Maqolada eksplantlarni tayyorlash, ekspressiya vektorlarini konstruksiyalash, konjugatsiya, regeneratsiya va seleksiya jarayonlari bo'yicha laboratoriya protokollari keltirilgan. Shuningdek, transgen o'simliklarni PCR, Southern blotting va RT-qPCR usullari orqali molekulyar-genetik verifikatsiya qilish bosqichlari yoritilgan.*

Kalit so'zlar: *Transgen o'simliklar, Agrobacterium tumefaciens, Ti-plazmida, Biolistika, Gene Gun, Kallus regeneratsiyasi, Southern blotting, RT-qPCR, Selektiv agentlar (Gigromitsin, Kanamitsin).*

Abstract. *The cultivation of transgenic plants is one of the key pillars of modern agricultural biotechnology and food security. Recombinant DNA technology allows the introduction of beneficial genes into plant genomes to enhance resistance to abiotic and biotic stresses, increase crop yield, and enrich nutritional value. This article comprehensively analyzes two of the most effective and widely used methods for generating transgenic plants: Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation and microprojectile bombardment (Biolistic / Gene Gun) methods. Detailed laboratory protocols are provided for explant preparation, expression vector construction, conjugation, regeneration, and selection processes. Furthermore, the stages of molecular genetic verification of transgenic plants using PCR, genomic blotting (Southern blot), and RT-qPCR methods are systematically highlighted.*

Keywords: *Transgenic plants, Agrobacterium tumefaciens, Ti plasmid, Biolistics, Gene Gun, Callus regeneration, Southern blotting, RT-qPCR, Selective agents (Hygromycin, Kanamycin).*

Аннотация. *Выращивание трансгенных растений является одним из основных направлений современной сельскохозяйственной биотехнологии и обеспечения продовольственной безопасности. С помощью технологии рекомбинантной ДНК в геном растений могут быть введены полезные гены для повышения устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, увеличения урожайности и обогащения питательной ценности. В статье рассматриваются два широко применяемых метода получения трансгенных растений — трансформация с помощью Agrobacterium tumefaciens и бомбардировка микропроектильными частицами (Biolistic/Gene Gun). Представлены этапы подготовки эксплантов, конструирования экспрессионных векторов, регенерации, селекции и молекулярно-генетической верификации с использованием PCR, Southern blotting и RT-qPCR.*

Ключевые слова: Трансгенные растения, *Agrobacterium tumefaciens*, Ti-плазмида, биолистика, Gene Gun, регенерация каллуса, Southern blotting, RT-qPCR, селективные агенты.

KIRISH

Iqlim o'zgarishi, tuproq sho'rlanishining kuchayishi, qurg'oqchilikning takrorlanishi va qishloq xo'jaligi ekinlariga zarar yetkazuvchi zararkunandalar tarqalishining ortishi zamonaviy dehqonchilik tizimlari oldida jiddiy muammolarni yuzaga keltirmoqda. Bunday stress omillar sharoitida yuqori hosildorlik va ekologik moslashuvchanlikka ega bo'lgan yangi nav hamda duragaylarni yaratish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. An'anaviy seleksiya usullari orqali o'simliklarning foydali belgilarini takomillashtirish imkoniyati mavjud bo'lsa-da, uzoq davom etadigan seleksiya jarayoni hamda turlararo gibridizatsiyadagi biologik cheklovlar kerakli belgilarni qisqa muddatlarda shakllantirish imkoniyatini cheklaydi.

O'simliklarni genetik transformatsiya qilishda biologik hamda fizik-mexanik yondashuvlardan foydalaniladi. Biologik transformatsiya usulida asosan *Agrobacterium tumefaciens* va *Agrobacterium rhizogenes* bakteriyalarining tabiiy genetik transformatsiya xususiyatlaridan foydalaniladi. Ushbu bakteriyalar o'simlik hujayralariga genetik materialni yetkazib berish qobiliyatiga ega bo'lib, zamonaviy o'simlik gen muhandisligida gen transferining samarali biologik vektorlari sifatida qo'llanadi. Fizik-mexanik transformatsiya usullariga esa biolistik bombardimon (gene gun), polietilenglikol (PEG) vositachiligida protoplastlarni transformatsiya qilish hamda elektroporatsiya kabi yondashuvlar kiradi. Ushbu usullar orqali ekzogen genetik material o'simlik hujayralariga yetkazilib, keyinchalik transformatsiyalangan hujayralarni aniqlash va regeneratsiya qilish imkoniyati yaratiladi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi transgen o'simliklarni olish jarayonining asosiy bosqichlarini qamrab oluvchi kompleks laboratoriya metodologiyasini tizimlashtirish hamda kiritilgan transgenning mavjudligi va ekspressiyasini aniqlashga imkon beruvchi zamonaviy molekulyar-diagnostik yondashuvlarni ilmiy jihatdan asoslashdan iborat.

***Agrobacterium tumefaciens* orqali transformatsiya**

A. *tumefaciens* bakteriyasi o'zining Ti-plazmidasidagi (Tumor-inducing) T-DNK (Transferred DNA) qismini o'simlik hujayrasi genomiga tasodifiy yoki maqsadli joylashtirish xususiyatiga ega. Zamonaviy ikkilik vektor tizimlarida (Binary Vector System) vir-genlar (virulence genes) alohida yordamchi plazmidada, maqsadli gen va selektiv marker gen (masalan, nptII yoki hpt) esa T-DNK chegaralari (Left and Right Borders - LB/RB) orasida joylashtiriladi. Biolistik transformatsiya (Gene Gun) biolistika usulida maqsadli plazmida DNKsi 0.6–1.0 μm o'lchamdagi oltin yoki voltfram mikrozarachalariga o'raladi. Zarachalar yuqori bosimdagi geliy gazi yordamida o'simlik to'qimasi (kallus, murtak yoki barg eksplantlari)ga otiladi. Bu usul ayniqsa agrobakteriyaga chidamsiz bo'lgan bir urug'pallali (Monocot) ekinlar (bug'doy, makkajo'xori, sholi) uchun samarali hisoblanadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Batafsil laboratoriya metodologiyasi va protokollari: *Agrobacterium tumefaciens* shtammi (GV3101, EHA105 yoki LBA4404); Binarni vektor (masalan, pCAMBIA1300 yoki pBI121); YEP ozuqa muhiti (10 g/L Pepton, 10 g/L Xamirturush ekstrakti, 5 g/L NaCl); Antibiyotiklar: Rifampitsin (50 mg/L), Kanamitsin (50 mg/L), Gigromitsin B (50 mg/L); Acetosyringone (100 μM) — vir-genlarni induksiya qilish uchun.

Elektroporatsiya protokoli: 40 µL kompetent *A. tumefaciens* xujayralari 100 ng binar vektor plazmidasi bilan aralashtiriladi va ice-cold 0.1 cm kyuvetaga o'tkaziladi. Elektroporator parametrlarida (E=2.5 kV/cm, C=25 µF, R=200 Ω) elektr impulsi beriladi. Zudlik bilan 1 (µm) SOC muhiti qo'shib, 28 °C da 2 soat davomida 200 gradus da chayqaltirib inkubatsiya qilinadi. Selektiv YEP agar plastinkasiga ekiladi va 28°C da 48 soat o'stiriladi. Eksplantlarni tayyorlash va Inokulyatsiya o'simlik ob'ekti: Tamaki (*Nicotiana tabacum*) yoki Tomat (*Solanum lycopersicum*) barg eksplantlari.

Bosqichma-bosqich bajarish: Sterilizatsiya: Sog'lom o'simlik barglari 70% li etanolda 1 daqiqa, so'ngra 1.5% li natriy gipoxlorit (NaOCl) va Tween-20 eritmasida 10 daqiqa ushlanadi. 3–5 marta steril distillangan suvda yuviladi. Eksplant tayyorlash: Steril barg plastinkasidan 0.5× 0.5 cm o'lchamdagi kvadratlar kesib olinadi.

Agrobakteriya kulturasini tayyorlash: Tungi kultura tsentrifugalab olinadi va MS suyuq muhitida (OD₆₀₀ = 0.4–0.6) qayta suspenziyalanadi. Muhitga 100 µM Acetosyringone qo'shiladi.

Inokulyatsiya: Barg eksplantlari Agrobakteriya suspenziyasida 10–15 daqiqa davomida botirib ushlanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Birgalikda o'stirish (Co-cultivation): Eksplantlar steril filtr qog'ozida quritiladi va MS co-cultivation agar muhitiga (2 mg/L BAP, 0.1 mg/L NAA, 100 µM Acetosyringone) qo'yiladi. Qorong'ida 22–25 °C da 48 soat ushlanadi.

Tissue Culture (To'qima kulturasini), Seleksiya va Regeneratsiya texnologik jarayonining to'liq, bosqichma-bosqich ko'rsatilgan vizual sxemasi. 1. Bakteriyalarni yuvish: Co-cultivation bosqichidan so'ng. Eksplantlar tarkibida 500 mg/L Tsefotaksim (Cefotaxime) bo'lgan MS suyuq muhitida Agrobakteriyalardan holi qilish uchun yuviladi. 2. Kallus induksiyasi va Seleksiya (MS-Selection 1): 2–3 hafta o'stirish. Eksplantlar selektiv MS muhitiga o'tkaziladi. Ozuqa muhiti tarkibi: MS tuzi + 30 g/L Saxaroza + 0.8% Agar Fitogormonlar: 2.0 mg/L BAP + 0.1 mg/L NAA. Antibiotiklar: 300 mg/L Tsefotaksim + 25 mg/L Gigromitsin B (yoki 50 mg/L Kanamitsin). Inkubatsiya sharoiti: 25 °C, 16 soat yorug'lik / 8 soat qorong'ulik fotoperiodi. 3. Poyachalar otishi (Shooting): Regeneratsiya bosqichi. Seleksiyadan o'tgan transgenik kalluslar poyacha hosil qilish uchun yangi MS shooting muhitiga (1.0 mg/L BAP + selektiv antibiotik) o'tkaziladi. 4. Ildiz otishi (Rooting): Mustaqil o'simlikni shakllantirish. Ajaralib chiqqan 2–3 cm uzunlikdagi poyachalar kesib olinadi va ildiz otish uchun MS rooting muhitiga (0.5 mg/L IBA yoki NAA) ko'chiriladi. 5. Aklimatizatsiya (Moslashtirish): To' avlodini olish. Ildiz otgan regenerant o'simliklar sterillangan tuproq-torf aralashmasiga (1:1) o'tkaziladi hamda issiqxonada yuqori namlik sharoitida bosqichma-bosqich moslashtiriladi (To' avlod).

1 jadval

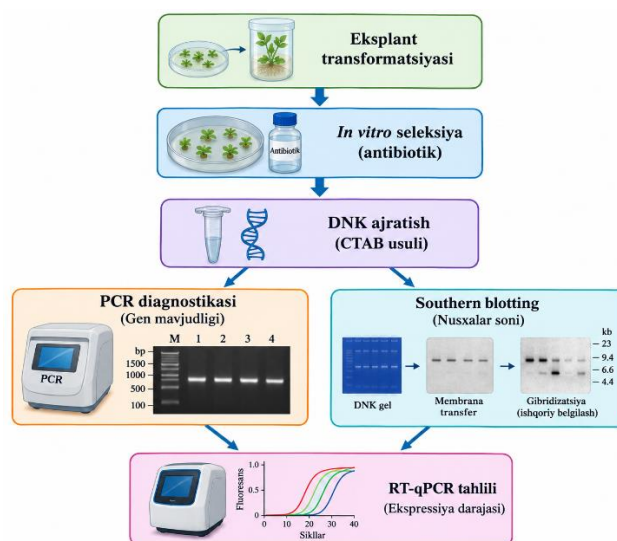
Bosqichlarning umumiy ko'rinishi (Xulosa jadvali)

Bosqich	Asosiy Reagentlar / Gormonlar	Asosiy Maqsadi
Yuvish	MS + Tsefotaksim (500 mg/L)	Agrobakteriyalardan tozalash
Kallus Seleksiya	& BAP (2.0 mg/L) + NAA (0.1 mg/L) + Gigromitsin B (25mg/L)	Transgenik kalluslarni saralab olish

Shooting	BAP (1.0mg/L) + Antibiyotik	Poyachalarni o‘stirish
Rooting	IBA yoki NAA (0.5mg/L)	Ildiz tizimini hosil qilish
Aklimatizatsiya	Tuproq : Torf (1:1), issiqxona namligi	To transgenik o‘simlikni tuproqqa moslash

MOLEKULYAR VERIFIKATSIYA VA TRANSGEN EKSPRESSIYASI TAHLILI

Transgenik o‘simliklarni (T0 va T1 avlod) tasdiqlash uchun uch bosqichli molekulyar tahlil o‘tkaziladi:



Genomik DNKni ajratib olish (CTAB Usuli). 100 mg muzlatilgan transgen barg to‘qimasi suyuq azotda hovanchada maydalanadi. 700 μ L 2 $\times$ CTAB buferi (100 mM Tris-HCl pH 8.0, 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA, 2% CTAB, 2% β merkaptotanol) qo‘shilib, 65 $^{\circ}$ C da 30 daqiqa ushlanadi. Xloroform:Izoamil spirti (24:1) yordamida ekstraktsiya qilinadi, izopropanol bilan cho‘ktiriladi va 70% li etanolda yuviladi. quritiladi va 50 μ L TE buferida eritiladi.

PZR Diagnostikasi (PCR Screening). maqsadli gen va Selektiv marker genlarini (nptII / hpt) aniqlash uchun PZR reaksiyasi: PCR reaksiyon aralashmasi (Vjami=25 μ L):

2 $\times$ Taq Master Mix — 12.5 μ L

Maqsadli genning forward primeri (10 μ M) — 1.0 μ L

Maqsadli genning reverse primeri (10 μ M) — 1.0 μ L

Genomik DNK (50 ng/ μ L) — 1.5 μ L

ddH₂O — 9.0 μ L

Termotsikler dasturi: 95 $^{\circ}$ C da 5 min [95 $^{\circ}$ C 30s 58 $^{\circ}$ C 30s 72 $^{\circ}$ C 1 min] $\times$ 35 = 72 $^{\circ}$ C 7 min.

Reaksiya mahsulotlari 1.2% li agaroz gelida elektroforez qilinadi.

Southern Blotting (Transgen nusxalari sonini aniqlash). 10–15 mg genomik DNK T-DNK ichida kesmaydigan restriksiya fermenti (masalan, HindIII yoki EcoRI) bilan to‘liq hazm qilinadi. Fragmentlar 0.8% li agaroz gelida past kuchlanishda (30 V, 16 soat) ajratiladi. DNK kapillyar o‘tkazish usuli bilan Neylon membranaga (Nylon Membrane) o‘tkaziladi.

Digoksigenin (DIG) yoki ³²P bilan nishonlangan proba (Probe) yordamida gibridizatsiya amalga oshiriladi va signal tasvirlanadi. RT-qPCR (RNK ekspressiyasi va transkript miqdori).

Umumiy RNK TRIzol reaktivi yordamida ajratiladi va DNase I bilan ishlanadi. Reverse transkriptaza (M-MuLV) yordamida cDNK sintez qilinadi. SYBR Green Master Mix yordamida real-time PCR o'tkaziladi.

Maqsadli gen ekspressiyasi normallashtirish uchun mos etalon gen (masalan, *Actin*, *GAPDH*, *UBQ*) bo'sag'a sikliga nisbatan $\Delta\Delta C_t$ usuli bo'yicha hisoblanadi: $\Delta\Delta C_t = (C_t, \text{target} - C_t, \text{reference})_{\text{transgen}} - (C_t, \text{target} - C_t, \text{reference})_{\text{nazorat}}$. *Nisbiy ekspressiya darajasi* = $2^{-\Delta\Delta C_t}$

TAQQOSLAMA NATIJALAR VA EFFEKTIVLIK TAHLILI

Ko'rsatkichlar	<i>Agrobacterium</i> usuli	Biolistik (Gene Gun) usuli
Garmoniyadorlik	Ikki urug'pallalilar (Dicots) uchun juda yuqori 	Bir va ikki urug'pallalilar uchun universal 
Kopiyalar soni	Asosan 1-2 ta kopiya (past gen silencing xavfi) 	Ko'p kopiyali (Multiple/Complex insertions) 
Transformatsiya samaradorligi	5-15% (Eksplant turiga bog'liq) 	 1-5% 
Uskuna va xarajat	Arzon, standart microbiologik uskunalar 	Qimmatbaho zarrachalar va geliy pistoleti 
T-DNK chegarasi aniqligi	Aniq belgilangan (LB va RB o'rtasi) 	Plazmidaning ixtiyoriy fragmenti integratsiyalanishi mumkin 

XULOSA

Transgen o'simliklarni yaratish va amaliyotga joriy etish yuqori samarali molekulyar va to'qima kultura texnologiyalarini talab qiladi. *Agrobacterium* vositachiligidagi transformatsiya past nusxali integratsiya va gen barqarorligi tufayli asosiy usul bo'lib qolmoqda. Transgenik liniyalarni tijoratlashtirish va dalalarga ekishdan oldin Bioxavfsizlik va Ekologik xavf tahlili (Risk Assessment) o'tkazilishi shart: Genlarning yovvoyi qarindosh turlarga gorizontaal ko'chishi (Gene flow / Pollen drift). Allergenlik va toksikologik xavfsizlik testlari. Transgen barqarorligining T1-T3 avlodlarda saqlanishini tekshirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- [2] Gelvin, S. B. (2003). *Agrobacterium*-mediated plant transformation: The biology behind the “gene-jockeying” tool. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67(1), 16–37. <https://doi.org/10.1128/MMBR.67.1.16-37.2003>
- [3] Sanford, J. C., Klein, T. M., Wolf, E. D., & Allen, N. (1987). Delivery of substances into cells and tissues using a particle bombardment process. *Particulate Science and Technology*, 5(1), 27–37. <https://doi.org/10.1080/02726358708904533>
- [4] Doyle, J. J., & Doyle, J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19(1), 11–15.

[5] Livak, K. J., & Schmittgen, T. D. (2001). Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method. *Methods*, 25(4), 402–408. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>

RAPS MOYINI GIDRATATSIYALASH TEXNOLOGIYASIDA FOYDALANILADIGAN SUV SIFATINI OSHIRISH USULINI QO‘LLASH

Mamatkulov Farrux G‘olibjonovich¹, Qarshiyev Alisher Eshmamatovich²

Iqtisodiyot va Pedagogika Universiteti NTM, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

e-mail: farruxmamatqulov972@gmail.com

Annotatsiya. Moylarni gidratatsiyalash texnologiyasida foydalaniladigan suv sifatini yaxshilash usuli taklif etilgan. Faollashtirilgan ionitlardan foydalanish suvni yumshatishni ta‘minlashi va gidratatsiyalash texnologiyasida fosfolipidlarning ajralish jarayonini tezlashtirishi ko‘rsatilgan. Tadqiqot davomida suvni faollashtirilgan kationit va anionitlar vositasida yumshatish orqali uning tarkibidagi kalsiy (Ca^{2+}) va magniy (Mg^{2+}) ionlari miqdorini minimal darajaga tushirish imkoniyati isbotlangan. Ishlov berilgan suvdan foydalanish gidratatsiya jarayonida hosil bo‘ladigan fosfolipidlar fosfatid lyuzasining (cho‘kmasining) jipsligini oshiradi hamda uning moy fazasidan ajralish vaqtini qisqartiradi.

Kalit so‘zlar: moylarni gidratatsiyalash, o‘simlik moyi, fosfolipidlar, ionitlar, suvni yumshatish, kationit, fosfatid konsentrati, rafinatsiya.

Abstract. A method for improving the quality of water used in the technology of oil hydration is proposed. It is shown that the use of activated ion exchangers provides water softening and accelerates the process of phospholipid separation in hydration technology. During the study, the possibility of reducing the content of calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) ions to a minimal level by softening water using activated cation and anion exchangers was proven. The use of treated water increases the density of the phosphatide precipitate formed during the hydration process and reduces its separation time from the oil phase.

Keywords: oil hydration, vegetable oil, phospholipids, ion exchangers, water softening, cation exchanger, phosphatide concentrate, refining.

Аннотация. Предложен способ улучшения качества воды, используемой в технологии гидратации масел. Показано, что использование активированных ионитов обеспечивает умягчение воды и ускоряет процесс выделения фосфолипидов в технологии гидратации. В ходе исследований доказана возможность снижения содержания ионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) до минимального уровня путем умягчения воды с помощью активированных катионитов и анионитов. Использование обработанной воды повышает плотность образующейся в процессе гидратации фосфатидной люзы (осадка) и сокращает время ее отделения от масляной фазы.

Ключевые слова: гидратация масел, растительное масло, фосфолипиды, иониты, умягчение воды, катионит, фосфатидный концентрат, рафинация.

KIRISH

Rafinatsiya texnologik jarayonlarida qo'llaniladigan suv muayyan sifat ko'rsatkichlariga ega bo'lishi kerak [1–3]. Moy-yog' sanoatida shahar vodoprovodidan, shuningdek boshqa manbalardan olingan suvdan foydalaniladi hamda uning sifati nazorat qilinib, qattiqligi, ishqoriyligi, rangi, hidi va boshqa ko'rsatkichlari bo'yicha tuzatishlar kiritiladi [4–6]. Suv sifati uning ion tarkibiga bog'liq: Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; Na^{+} ; K^{+} [7, 8]. Harorat suvning qovushqoqligiga, oksidlanish jarayonlari tezligiga, shuningdek yumshatish jarayonining tezligi va chuqurligiga ta'sir ko'rsatadi [9, 10]. Yuqoridagilardan kelib chiqib, pH qiymati suvning kimyoviy muvozanati va xavfsiz xususiyatlarini saqlashdagi barqarorligini ifodalovchi eng muhim ko'rsatkichlardan biridir. Suvni yumshatish masalalarini o'rganish va bu yo'nalishdagi yangi ishlanmalarni ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi RAPS moylarini gidratatsiyalash texnologiyasida foydalaniladigan suv sifatini yaxshilash usulini ishlab chiqishga qaratilgan. Tadqiqot obyektlari: ishlab chiqarish suvi, suvning sifat ko'rsatkichlari, muhit pH qiymati va suv sifatini yumshatish usullari.

Tadqiqot usullari: tajribalarni o'tkazishda zamonaviy fizik va fizik-kimyoviy tahlil usullari, filtrlash, cho'ktirish, muhit pH qiymatini baholash hamda mineral tuzlar miqdorini aniqlash usullaridan foydalanildi. Natijalar va muhokama. Tajriba natijalariga ko'ra, suvning qattiqligi va ishqoriyligi ko'rsatkichlari moy-yog' xomashyosini qayta ishlash texnologik jarayonlari hamda olinadigan mahsulotlar sifatiga ta'sir qilishi aniqlandi. В табл. 1, 2, 3 и 4 приведены экспериментальные данные, характеризующие качество воды: активную реакцию среды (pH); структурные системы и фазово-дисперсные группы; минерализованность и жесткость; прозрачность, окисляемость и цветность.

jadval 1.

Muhitning faol reaksiyasi — suvning pH ko'rsatkichi

Nomi	pH qiymati
Kuchli kislotali	<4,5
Kuchsiz kislotali	4,5-6,5
Neytral	6,5-8
Kuchsiz ishqoriy	8-9
Kuchli ishqoriy	>9

jadval 2.

Suvning tarkibiy tizimlari va faza-dispers guruhleri

Geterogen.	Suspenziyalar: zarracha o'lchami 10^{-2} – 10^{-5} sm bo'lgan suspenziyalar va emulsiyalar
Geterogen.	Kolloid eritmalar: zarracha o'lchami 10^{-5} – 10^{-8} sm bo'lgan kolloidlar va yuqori molekulyar birikmalar
Gomogen.	Molekulyar birikmalar: ta'm va hid beruvchi organik moddalar, zarracha o'lchami 10^{-6} – 10^{-7} sm bo'lgan eruvchan gazlar

Gomogen. Ионные растворы: соли, кислоты, основания с размером частиц 10^{-7} - 10^{-8} см

jadval 3.

Suvning mineralizatsiyasi va qattiqligi

Minerallashuv (mg/l)	Qattiqlik (mg-ekv/l)
Kam <200	Juda yumshoq <1,5
O‘rtacha 200–500 dan yuqori	Yumshoq 1,5–3,0
Yuqori 500–1000 dan yuqori	O‘rtacha 3,0–6,0
Yuqori 1000–2000 dan yuqori	Qattiq 8,0–10,0
Juda yuqori 2000–8000 dan yuqori	Juda qattiq >10

jadval 4.

Suvning tiniqligi, oksidlanuvchanligi va rangdorligi

Muallaq moddalar miqdoriga ko‘ra tiniqlik (mg/dm ³)	Permanganat bo‘yicha oksidlanish ko‘rsatkichi (mg/dm ³ O ₂)	Rangdorlik ko‘rsatkichi (daraja), P1–Co shkalasi
Tiniq <5	Juda kam <2,5	<25
Kuchsiz loyqa 5–20	Kam 2,5–6	25–50
O‘rtacha loyqa 20–50	O‘rtacha 6–12	50–80
Loyqa 50–300	Yuqori 12–20	80 - 120
Juda loyqa >300	Juda yuqori >20	>120

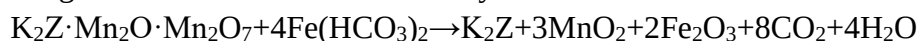
Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, suvning qattiqligi va ishqoriyligi qiymatlariga talab etiladigan sifatdagi suvni olish imkonini beruvchi reagentlar dozasi bog‘liq. Suvni yumshatish jarayonining samaradorligi undagi cho‘ktiriladigan ionlar va reagentlarning ortiqcha miqdoriga bog‘liq. Masalan, suv minerallashuvi 500 mg/l dan yuqori va ionlar miqdori 1,0 dan yuqori bo‘lganda, umumiy qattiqlik va ishqoriylik 2 mg-ekv/l dan oshadi.

Shuni ta’kidlash kerakki, suvni reagentlar yordamida yumshatish usullari Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlarining erimaydigan va kam eriydigan birikmalar hosil qilish xususiyatiga asoslangan. Suvni yumshatishning nazariy chegarasi kalsiy karbonat va magniy gidroksidining eruvchanligi bilan belgilanadi. Kalsiy karbonatning monoqatlamli eritmadagi eruvchanligi $t=0$ °C da 0,15 mg-ekv/l, $t=80$ °C da esa 0,03 mg-ekv/l ga teng. Termokimyoviy yumshatish suvni 100 °C dan yuqori haroratgacha qizdirish hamda soda, ohak va kaustik natriydan foydalanishdan iborat. Bunda kalsiy qattiqligi 0,2 mg-ekv/l gacha, magniy qattiqligi esa 0,1 mg-ekv/l gacha kamayadi. Ushbu usul ko‘pincha fosfat bilan qo‘shimcha yumshatish bilan birgalikda qo‘llanadi; bunda di- yoki trinatriyfosfatdan foydalaniladi. Natijada qattiqligi 0,04–0,05 mg-ekv/l bo‘lgan suv olish mumkin.

Suvni yumshatish Na-kationlash, H–Na-kationlash va H-kationlash, ya’ni ion almashinish usullari orqali amalga oshirilishi mumkin. Ion almashinish suvni qattqlik tuzlari va og’ir metallarning turli ionli ifloslanishlaridan tozalashning samarali usullaridan biridir. Shuni qayd etish kerakki, ionitlar ionogen guruhlar xususiyatlariga ko’ra kationitlar, anionitlar, amfolitlar va selektiv ionitlarga bo’linadi.

Nanofiltratsiya usullari qattqlik va ishqoriylik miqdorini kamaytirishdan tashqari, xlor miqdorini pasaytirish hamda suvni bakteriyalar va mikroorganizmlardan tozalash imkonini beradi.

Elektromagnit bilan ishlov berish usuli suv pH qiymatini korreksiyalash va qattiq fazani elektroflotatsion ajratishni o’z ichiga oladi. Suv elektrodlararo fazodan o’tganda elektroliz, qutblanish, elektroforez, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari sodir bo’lib, organik moddalar parchalanadi va biologik ifloslantiruvchilar inaktivatsiyalanadi.



Elektromagnit ishlov va filtrlashdan so’ng suvdagi temir $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ miqdori 0,2 mg/l ni tashkil etdi (5-jadval).

jadval 5.

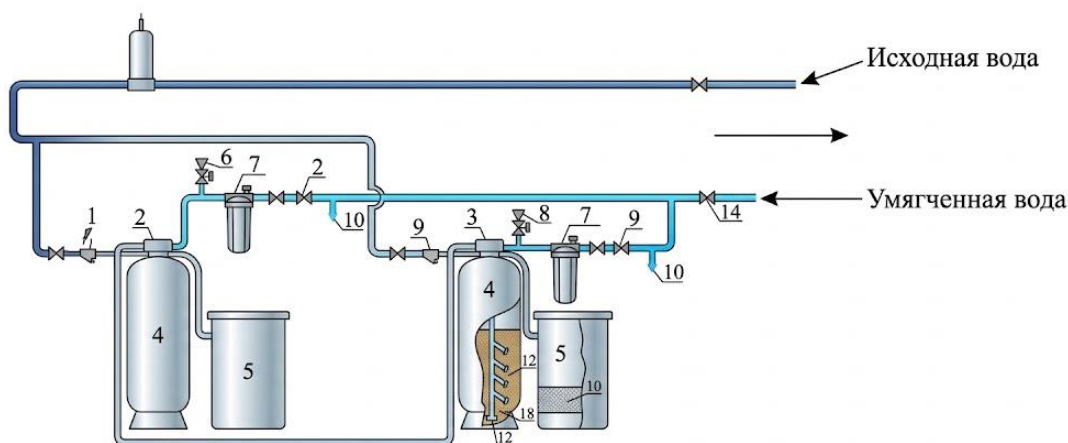
O’rtacha suv sifati ko’rsatkichlari

Ko’rsatkichlar nomi	Qiymati
Muhitning faol reaksiyasi pH	Neytral — 6,5
Strukturaviy tizim	Geterogen — zarracha o’lchami 10^{-5} sm bo’lgan kolloid eritma
Minerallashuv (mg/l)	O’rtacha — 500
Ishqoriylik (mg-ekv/l)	2,9
Qattqlik (mg-ekv/l)	Средняя - 5,0
Tiniqlik (mg/dm ³)	Kuchsiz loyqa — 20
Permanganat bo’yicha oksidlanish (mg/dm ³ O ₂)	Kam — 5

Temirdan tozalangan suv qurilmaga kelib tushadi. Unda suvda erigan havoni chiqarish uchun 1-raqamli havo ajratgich o’rnatilgan. So’ngra suv filtrlash uchun 2-raqamli loy tutgichga, undan esa yumshatish qurilmasining 3-raqamli boshqaruv blokiga yuboriladi. Bu yerda tozalangan suv sarfi hisoblagichi, kationitni regeneratsiyalash, yuvish va bo’shatish uchun dasturiy-vaqt qurilmasi hamda elektr yuritmal ko’p yo’lli klapan joylashgan.

3-blok orqali suv 4-filtrga keladi va Na-shakldagi kuchli kislotali 13-kationit qatlami orqali filtrlanadi. Bunda suv qattqlik tuzlari, og’ir metall kationlari va muallaq zarrachalardan tozalanadi, so’ng filtr korpusining pastki qismida joylashgan 12-drenaj orqali chiqariladi. Yumshatilgan suv 7-mikrofiltrga keladi; uning oldida mikrofiltrning ifloslanganlik darajasini nazorat qilish uchun 6-manometr o’rnatilgan. Tozalangan yumshatilgan suv yopuvchi sharli kran va 9-elektromagnit klapan orqali suv yig’gichga kelib tushadi.

1-rasmda Ca^{2+} va Mg^{2+} qattqlik tuzlarini chiqarib tashlash maqsadida suvni yumshatish amalga oshirilgan qurilmaning sxemasi keltirilgan.



Сув yumshatish tizimining sxemasi

1-rasm. 1 — havo ajratgich; 2 — loy tutgich; 3 — boshqaruv bloki; 4 — filtr korpusi; 5 — tuz eritgich; 6 — manometr; 7 — mikrofiltr; 8 — tuz; 9 — elektromagnit klapan; 10 — namuna olgich; 11 — shag'al qatlami; 12 — drenaj; 13 — kationit; 14 — sharli kran.

Suvni filtrlashda NF-70 (Filmtec) tipidagi rulonli nanofiltratsion elementdan foydalanildi, u suvning ishqoriyligini sezilarli darajada kamaytirish imkonini berdi. Ca^{2+} miqdori 7,5 mg/l ni tashkil etdi, Mg^{2+} esa to'liq yo'qoldi. Natijada tozalangan, tiniq, juda yumshoq, kuchsiz kislotali va kam minerallashgan suv olindi; uning sifat ko'rsatkichlari 6-jadvalda keltirilgan.

jadval 6.

Elektromagnit ishlov berishga tayyorlangan suvning sifat ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar nomi	Suvdagi miqdori	
	boshlang'ich	yumshatilgan
Umumiy qattqlik (mg-ekv/l)	5,0	0,1
Umumiy ishqoriylik (mg-ekv/l)	2,9	0,4
Umumiy minerallashuv (mg/l)	500	200
Muhitning faol reaksiyasi pH	6,5	5,5
Tiniqlik (mg/l)	10	3

Suvdan temirni chiqarish uch valentli Fe^{3+} temirni olib tashlash uchun tindirish yoki mexanik filtrlash usullari orqali amalga oshiriladi. Suvda erigan ikki valentli Fe^{2+} temirni chiqarib olish uchun uni oksidlab (havo kislorodi, xlor yoki kaliy permanganat yordamida) erimaydigan shaklga o'tkaziladi, so'ng oksidlangan temir zarrachalari donador yuklamada filtrlanadi. Maxsus katalitik yuklamalarga piroluzit, magnetit, birm va boshqalar kiradi. Bakterial temir koagulyatsiya va ultrafiltratsiya usullari yordamida chiqariladi.

XULOSA

Shunday qilib, o'tkazilgan tajribaviy tadqiqotlar va suvni yumshatish bo'yicha ishlab chiqilgan yangi texnologik yechimlar moy va yog'larni gidratatsiyalash texnologiyasida foydalaniladigan suv sifatini sezilarli darajada yaxshilash imkonini berdi. Yog'-moy korxonalarida raps moyini gidratatsiyalash texnologik liniyalariga faollashtirilgan ionitli suv tayyorlash tizimlarini joriy etish tavsiya etiladi. Bu gidratatsiya jarayonining barqarorligini ta'minlaydi va tayyor mahsulot sifatini xalqaro standartlar talablariga moslashtirishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Arutyunyan N.S. va boshq. Yog'larni qayta ishlash texnologiyasi. M.: Pishchepromizdat. 1999.
- [2]. Arutyunyan N.S., Kornena Ye.P. O'simlik moylarining fosfolipidlari. – M.: Agropromizdat, 1986 – 256 b.
- [3]. Termik aktivlash usuli bilan RAPS moylaridan fosfolipidlarni gidratatsiyalash / [B.A. Dexteran, N.S. Arutyunyan, Ye.P. Kornena va boshq.] Maslojirovaya promishlennost (Yog'-moy sanoati) jurnali, 1986, № 2, 12-14-b.
- [4]. Kinshakov K.D. «O'simlik moylarini rafinatsiyalash (tozalash) texnologiyasini takomillashtirish va yangi emulsiyali mahsulotlarni yaratish» Avtoreferat. Texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya. Moskva-2013.
- [5]. Kornena Ye.P., Arutyunyan N.S., Ponomaryova N.A., Vinyukova N.P. O'simlik moylari fosfolipidlarining qutbliligi (polyarligi) o'zgarishi. Maslojirovaya promishlennost (Yog'-moy sanoati) jurnali, 1983, №4. 22-25-b.
- [6]. Yog'larni qayta ishlash texnologiyasi bo'yicha laboratoriya praktikumi. /N.S. Arutyunyan, Ye.A. Arisheva, L.I. Yanova, M.A. Kamyshan. – M.: Legkaya i pishchevaya promishlennost, 1983. – 152 b. (*Manbada bosmaxona xatosi tufayli ko'rsatilgan 1883-yil 1983-yilga to'g'rilandi*)

PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASHDA ZARBA VA ISHQALANISH KUCHLARINING O'ZARO TA'SIRINI TADQIQ ETISH

O.O. Aliyev, S. Xusanov

Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayonida qoziqli baraban ishchi elementi, paxta bo'lakchasi va to'rli yuza o'rtasida yuzaga keladigan mexanik o'zaro ta'sir nazariy jihatdan tadqiq etilgan. Tozalash jarayonining fizik asosini ifodalovchi omillar sifatida ayrisimon qoziqchaning paxta bo'lakchasiga zarbaviy ta'siri, to'rli yuzada hosil bo'ladigan normal reaksiya va ishqalanish kuchlari qaralgan. Paxta bo'lakchasining ilib olinishi, tezlashtirilishi, titilishi va to'rli yuzaga yo'naltirilishi kuchlarning normal va tangensial tashkil etuvchilari asosida tahlil qilingan. Zarba va ishqalanish kuchlarining ketma-ket ta'siri paxta bo'lakchasining harakat holatini o'zgartirib, tarkibidagi mayda ifloslik zarrachalarining nisbiy siljishi va ajralishi uchun sharoit yaratishi asoslangan. Taklif etilgan fizik-mexanik yondashuv ayrisimon qoziqcha geometrik parametrlarini va qoziqli barabanning kinematik rejimlarini keyingi nazariy hamda eksperimental tadqiqotlarda asoslash uchun qo'llanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: chigitli paxta, mayda ifloslik, qoziqli baraban, ayrisimon qoziqcha, zarba kuchi, ishqalanish kuchi, normal reaksiya, titilish, mexanik kontakt, to‘rli yuza.

Аннотация. В статье теоретически исследовано механическое взаимодействие между рабочим элементом колкового барабана, летучкой хлопка-сырца и сетчатой поверхностью в процессе удаления мелких сорных примесей. В качестве основных физических факторов рассмотрены ударное воздействие вильчатого колка на хлопок-сырец, нормальная реакция и силы трения, возникающие при взаимодействии с сетчатой поверхностью. Процессы захвата, ускорения, разрыхления и направления хлопка-сырца к сетчатой поверхности проанализированы с учетом нормальной и тангенциальной составляющих действующих сил. Показано, что последовательное действие ударных сил и сил трения формирует условия для относительного перемещения и отделения мелких сорных частиц. Предложенный физико-механический подход может быть использован при обосновании геометрических параметров вильчатых колков и кинематических режимов колкового барабана.

Ключевые слова: хлопок-сырец, мелкие сорные примеси, колковый барабан, вильчатый колок, ударная сила, сила трения, нормальная реакция, разрыхление, механический контакт, сетчатая поверхность.

Abstract. This study theoretically investigates the mechanical interaction between the working element of a spiked drum, a seed-cotton tuft, and the screen surface during fine-impurity removal. The impact exerted by the fork-shaped spike, the normal reaction, and the friction forces generated during contact with the screen surface are considered the principal physical factors governing the process. The capture, acceleration, loosening, and subsequent direction of a seed-cotton tuft toward the screen are analyzed in terms of the normal and tangential components of the acting forces. It is shown that the sequential action of impact and friction forces changes the motion state of the cotton tuft and creates conditions for relative displacement and separation of fine impurity particles. The proposed physical-mechanical approach can be used to substantiate the geometric parameters of fork-shaped spikes and the kinematic operating conditions of the spiked drum.

Keywords: seed cotton, fine impurities, spiked drum, fork-shaped spike, impact force, friction force, normal reaction, loosening, mechanical contact, screen surface.

KIRISH

Paxtani dastlabki qayta ishlashda xomashyo tarkibidagi mayda mineral va organik iflosliklarni ajratish tola sifatini saqlash va keyingi texnologik jarayonlarning barqarorligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Mayda iflosliklardan tozalash mashinalarida paxta massasiga mexanik ta'sir ko'rsatish, uni titilish hamda to'rtli yoki kolosnikli yuza bilan o'zaro ta'sirga kiritish orqali iflosliklarni ajratish amalga oshiriladi. Qoziqli barabanli tozalagichlarda ishchi elementning paxta bo'lakchasiga ta'siri va uning to'rtli yuzadagi keyingi harakati yagona fizik-mexanik jarayonning ketma-ket bosqichlari hisoblanadi. Oldingi tadqiqotlarda baraban aylanish chastotasi, ishchi element geometriyasi va tozalash yuzasi konfiguratsiyasi texnologik natijalarga sezilarli ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan. Shu sababli tozalash jarayonini faqat bitta parametr ta'siri sifatida emas, balki zarba va ishqalanish kuchlarining o'zaro bog'langan ta'siri sifatida ko'rib chiqish maqsadga muvofiq. Taklif etilayotgan V-simon ayrisimon qoziqcha paxta bo'lakchasiga ikki tarmoq orqali mexanik ta'sir ko'rsatadi. Bunda qoziqcha geometriyasi kontakt kuchlarining yo'nalishiga, baraban kinematikasi esa

zarba oldidagi nisbiy tezlikka ta'sir qiladi. Keyingi bosqichda paxta bo'lakchasi to'rtli yuzaga kelib tushib, normal reaksiya va ishqalanish ta'sirida nisbiy siljish jarayoniga uchraydi. Tadqiqotning maqsadi — paxtani mayda iflosliklardan tozalashda ayrisimon qoziqchanning zarbaviy ta'siri va to'rtli yuzada yuzaga keladigan ishqalanish kuchlarining o'zaro bog'liqligini nazariy tahlil qilish hamda mayda ifloslik zarrachalarining ajralishiga olib keluvchi fizik-mexanik shartlarni asoslash.

TADQIQOT USULI VA NAZARIY MODEL

Tadqiqot obyekti sifatida qoziqli barabanning ayrisimon ishchi elementi, paxta bo'lakchasi va to'rtli yuzadan tashkil topgan mexanik tizim qabul qilindi. Jarayon soddalashtirilgan holda uch bosqichda qaraldi: ayrisimon qoziqcha bilan kontakt; zarbaviy tezlashtirish va titish; to'rtli yuzada ishqalanish va ifloslikning ajralishi. Qoziqli barabanning burchak tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega = 2\pi n / 60 \quad (1)$$

bu yerda n — barabanning aylanish chastotasi, ayl/min; ω — burchak tezligi, rad/s.

Baraban radiusi R va qoziqchanning baraban yuzasidan ishchi balandligi h bo'lganda qoziqcha uchining aylanish radiusi:

$$r = R + h \quad (2)$$

Qoziqcha uchining nazariy chiziqli tezligi:

$$v = \omega r = 2\pi n(R + h) / 60 \quad (3)$$

Bu yerda v paxta bo'lakchasining haqiqiy tezligi emas, balki qoziqcha uchining kinematik tezligidir.

Zarba kuchining shakllanishi

Ayrisimon qoziqcha paxta bo'lakchasi bilan kontaktga kirganda uning tezligi qisqa vaqt oralig'ida o'zgaradi. Impuls teoremasiga ko'ra:

$$J = \int F_z(t) dt = m(v_2 - v_1) \quad (4)$$

Zarba davomiyligi Δt bo'yicha o'rtacha zarba kuchi soddalashtirilgan holda:

$$\bar{F}_z = m(v_2 - v_1) / \Delta t \quad (5)$$

bu yerda m — ekvivalent paxta bo'lakchasining massasi; v_1 va v_2 — zarbadan oldingi va keyingi tezliklar; $\bar{F}_z$ — o'rtacha zarba kuchi.

Ayrisimon qoziqchanning ochilish burchagi α bo'lsa, simmetrik konstruksiyada har bir tarmoqning markaziy o'qqa nisbatan og'ish burchagi:

$$\beta = \alpha / 2 \quad (6)$$

Ideal simmetrik kontakt uchun ikki tarmoq ta'sirining markaziy yo'nalishdagi natijaviy tashkil etuvchisi soddalashtirilgan holda:

$$F_{\alpha} = 2F_k \cos(\alpha / 2) \quad (7)$$

Mazkur ifoda ideal simmetrik kontakt uchun nazariy yaqinlashuvdir. Real paxta bo'lakchasining deformatsiyalanuvchan va notekis tuzilishi sababli ikki tarmoqdagi kontakt kuchlari o'zaro teng bo'lmashligi mumkin.

Ishqalanish kuchining ta'siri

Paxta bo'lakchasi to'rli yuzaga kelib tushganda normal reaksiya N hosil bo'ladi. Kulon ishqalanish modeli bo'yicha sirpanishdagi ishqalanish kuchi:

$$F_{ish} = \mu N \quad (8)$$

bu yerda μ — paxta bo'lakchasi bilan to'rli yuza orasidagi samarali ishqalanish koeffitsiyenti.

Paxta bo'lakchasining to'rli yuza bo'ylab tangensial harakati soddalashtirilgan holda:

$$m \cdot dv_t / dt = F_t - \mu N - mg \cdot \sin \gamma \quad (9)$$

bu yerda F_t — tangensial yo'nalishdagi natijaviy ta'sir; v_t — tangensial tezlik; γ — mahalliy ishchi yuzaning gorizontalg nisbatan burchagi.

ZARBA VA ISHQALANISH KUHLARINING O'ZARO TA'SIRI

Taklif etilayotgan modelning asosiy jihati zarba va ishqalanish kuchlarini bir-biridan mustaqil hodisalar sifatida emas, balki ketma-ket va o'zaro bog'langan jarayon sifatida qarashdan iborat. Ayrisimon qoziqchanning dastlabki zarbaviy ta'siri paxta bo'lakchasining tezligi va harakat yo'nalishini o'zgartiradi. Natijada paxta massasi deformatsiyalanadi va titiladi, uning tarkibidagi tolalar, chigitlar hamda mayda ifloslik zarrachalarining o'zaro joylashuvi o'zgaradi.

Keyingi bosqichda paxta bo'lakchasining to'rli yuza bilan kontakti natijasida normal reaksiya va ishqalanish kuchlari yuzaga keladi. Jarayonning fizik ketma-ketligi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\begin{aligned} F_z &\rightarrow \Delta v \rightarrow \text{titilish} \rightarrow N \rightarrow \\ F_{ish} &\rightarrow \text{nisbiy siljish} \rightarrow \\ &\text{ifloslikning ajralishi} \end{aligned} \quad (10)$$

Zarba kuchining yetarli bo'lmagan qiymati paxta bo'lakchasining zarur darajada titilmasligiga olib kelishi mumkin. Aksincha, mexanik ta'sirning ortiqcha oshirilishi tolali materialning chiqindiga qo'shilib ketishi yoki paxta komponentlariga ortiqcha mexanik ta'sir yuzaga kelishi xavfini oshiradi. Shu sababli eng katta zarba kuchining o'zi ratsional ish rejimini anglatmaydi; zarbaviy ta'sir va to'rli yuzadagi ishqalanish jarayonlari o'zaro muvofiqlashtirilishi kerak.

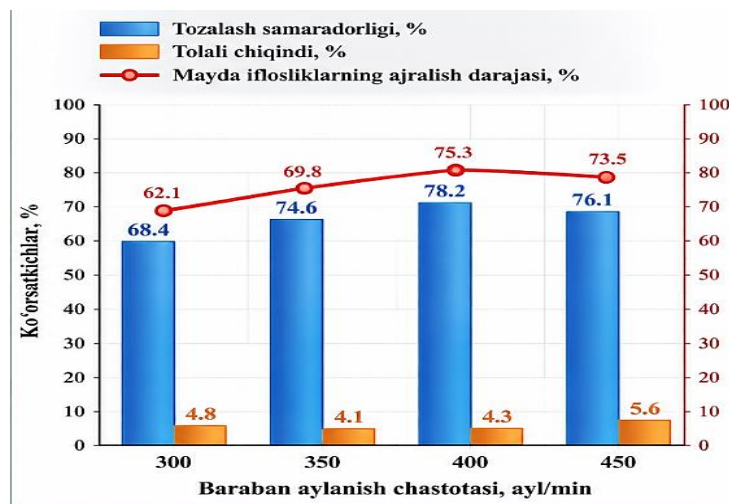
NATIJALAR VA MUHOKAMA

Nazariy tahlil ayrisimon qoziqcha ochilish burchagining kontakt kuchlari yo'nalishiga va paxta bo'lakchasiga uzatiladigan impuls tashkil etuvchilariga ta'sir qilishini ko'rsatadi. Shu sababli α burchak faqat konstruktiv o'lcham emas, balki zarbaviy ta'sir xarakterini belgilovchi fizik parametr sifatida qaraladi.

Paxta bo‘lakchasining to‘rli yuzadagi keyingi harakatida normal reaksiya N ishqalanish kuchining qiymatini belgilaydi. $F_{ish} = \mu N$ munosabatiga ko‘ra normal yuklanishning o‘zgarishi ishqalanish ta’sirini ham o‘zgartiradi. Paxta bo‘lakchasi va uning tarkibidagi mayda ifloslik zarrachalarining inertsia va kontakt xususiyatlari turlicha bo‘lgani sababli ularning nisbiy harakati yuzaga kelishi mumkin. Mualliflarning avvalgi tajriba materiallarida baraban aylanish chastotasi 300, 350, 400 va 450 ayl/min bo‘lganda tozalash samaradorligi mos ravishda 68,4; 74,6; 78,2 va 76,1 %, tolali chiqindi esa 4,8; 4,1; 4,3 va 5,6 % sifatida qayd etilgan. Ushbu natijalar mexanik ta’sir intensivligini cheksiz oshirish emas, balki tozalash samaradorligi va tolali chiqindi o‘rtasidagi muvozanatni hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Keyingi eksperimental bosqichda zarba–ishqalanish o‘zaro ta’sirini quyidagi umumiy funksional bog‘lanish orqali tekshirish maqsadga muvofiq:

$$\eta = f(n, \alpha, \delta, \mu, C_0, W) \quad (11)$$

bu yerda η — tozalash samaradorligi; n — baraban aylanish chastotasi; α — ayrisimon qoziqcha ochilish burchagi; δ — qoziqcha va to‘rli yuza orasidagi texnologik oraliq; μ — samarali ishqalanish koeffitsiyenti; C_0 — paxtaning boshlang‘ich iflosligi; W — namligi.



1-diagramma. Baraban aylanish chastotasining tozalash samaradorligi va tolali chiqindiga ta’siri

Natijada: Baraban aylanish chastotasi 400 ayl/min bo‘lganda tozalash samaradorligi maksimal (78,2 %)ga yetadi, tolali chiqindi esa nisbatan kam (4,3 %) bo‘ladi.

1-jadval.

Baraban aylanish chastotasi bo‘yicha mavjud tajriba natijalari

Aylanish chastotasi, ayl/min	Tozalash samaradorligi, %	Tolali chiqindi, %
300	68,4	4,8
350	74,6	4,1

400	78,2	4,3
450	76,1	5,6

XULOSA

Paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayonida zarba va ishqalanish kuchlari o‘zaro bog‘langan fizik-mexanik omillar sifatida qaralishi lozim. Ayrisimon qoziqchanning zarbaviy ta’siri paxta bo‘lakchasining tezligi, harakat yo‘nalishi va titilish holatini shakllantiradi, to‘rli yuza bilan keyingi kontakt natijasida hosil bo‘ladigan normal reaksiya va ishqalanish kuchlari esa bo‘lakcha tarkibidagi komponentlarning nisbiy siljishiga sharoit yaratadi.

Ayrisimon qoziqcha ochilish burchagi kontakt kuchlarining yo‘nalishiga, baraban aylanish chastotasi esa qoziqcha uchining kinematik tezligiga ta’sir qiluvchi asosiy parametrlar sifatida belgilandi. Mexanik ta’sirni ortiqcha oshirish tolali material yo‘qotilishining ko‘payishiga olib kelishi mumkinligi sababli ratsional parametrlarni tozalash samaradorligi bilan bir qatorda tolali chiqindi miqdorini ham hisobga olgan holda aniqlash zarur.

Taklif etilgan ayrisimon qoziqchali barabanning konstruktiv va kinematik parametrlarini keyingi nazariy hamda eksperimental tadqiqotlarda asoslash uchun foydalanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1]. Tillayev M.T. Paxtani dastlabki ishlash texnologiyasi va jihozlari. Toshkent: Adabiyot uchqunlari, 2018. 240 b. ISBN 978-9943-5285-4-3.
- [2]. Whitelock D.P., Anthony W.S. Evaluation of cylinder cleaner grid bar configuration and cylinder speed for cleaning of seed cotton, lint, and lint cleaner waste. Applied Engineering in Agriculture. 2003. Vol. 19, No. 1. P. 31–37.
- [3]. Ray S.J. Parameter Variations in a Cylinder-Type Cleaner for Seed Cotton. 2005 ASAE Annual International Meeting. Paper No. 051098.
- [4]. Ray S.J. Alternative Configurations in a Cylinder-Type Cleaner for Seed Cotton. Applied Engineering in Agriculture. 2006. Vol. 22, No. 5. P. 643–649.
- [5]. Lugachev A.E. Paxtani ta’minlash va tozalash jarayonlarining nazariy asoslariga bag‘ishlangan doktorlik dissertatsiyasi. Toshkent, 1998.
- [6]. Madumarov I.D. Paxtani tozalash jarayoni samaradorligini oshirishga bag‘ishlangan doktorlik dissertatsiyasi. Toshkent, 2019. 197 b.
- [7]. Tuychiyev T.O. Paxtani tozalashga tayyorlash va takomillashtirilgan ta’minlagich parametrlarini asoslashga bag‘ishlangan PhD dissertatsiyasi. Toshkent, 2018. 129 b.
- [8]. Aliyev O.O., Muradov R.M. Paxta bo‘lakchasining ayrisimon qoziqcha ta’siridagi harakat qonuniyatlarini matematik modellashtirish. Mualliflar tadqiqot materiallari, 2026.
- [9]. Aliyev O.O., Isaxanov X. Qoziqli baraban diametri va aylanish chastotasining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’sirini eksperimental tadqiq etish. Mualliflar tadqiqot materiallari, 2026.

BEHI (*CYDONIA OBLONGA* Mill.) NAV VA NAMUNALARIDA NOVDALARNING MAVSUMIY O'SISH DINAMIKASI

Xoliqov Akmal Nurmuxamat o'g'li¹, Namozov Ixtiyor Choriyevich²

¹O'simliklar genetik resurslari ilmiy-tadqiqot instituti, ilmiy xodim

E-mail: akmalxoliqov1992@gmail.com

²Toshkent davlat agrar universiteti, q.x.f.d, professor

E-mail: Ihtiyor_8226@mail.ru

Annotatsiya. Tadqiqotda behi (*Cydonia oblonga* Mill.)ning 33 ta nav va namunasida bir yillik novdalarning mavsumiy o'sish dinamikasi 2022-2024 yillar davomida baholandi. Novda uzunligi 20-apreldan 20-iyulgacha har 10 kunda o'lchanib, genotiplar o'rtasida o'sish sur'ati, vegetativ o'sishning davomiyligi va yakuniy novda uzunligi bo'yicha sezilarli farqlar aniqlandi.

Kalit so'zlar. *Cydonia oblonga* Mill., behi, genotip, bir yillik novda, vegetativ o'sish, mavsumiy dinamika, novda uzunligi, o'sish sur'ati, genofond, seleksiya, variatsiya koeffitsienti.

Аннотация. В 2022–2024 гг. была проведена оценка сезонной динамики роста однолетних побегов у 33 сортов и образцов айвы (*Cydonia oblonga* Mill.). Длину побегов измеряли через каждые 10 дней в период с 20 апреля по 20 июля. Между генотипами выявлены существенные различия по темпам роста, продолжительности вегетативного роста и конечной длине побегов.

Ключевые слова: *Cydonia oblonga* Mill., айва, генотип, однолетний побег, вегетативный рост, сезонная динамика, длина побега, темп роста, генотип, селекция, коэффициент вариации.

Abstract. The seasonal growth dynamics of one-year-old shoots were evaluated in 33 quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars and accessions during 2022–2024. Shoot length was measured at 10-day intervals from April 20 to July 20. Significant differences among genotypes were identified in terms of growth rate, duration of vegetative growth, and final shoot length.

Keywords: *Cydonia oblonga* Mill., quince, genotype, one-year-old shoot, vegetative growth, seasonal dynamics, shoot length, growth rate, germplasm, breeding, coefficient of variation.

KIRISH

Behi (*Cydonia oblonga* Mill.) genofondini kompleks baholashda odatda meva massasi, hosildorlik, pishish muddati va sifat ko'rsatkichlari hisobga olinib baholanadi. Biroq shox-shabba shakllarining rivojlanishi, ayniqsa bir yillik novdalarning mavsum davomida qanday sur'atda o'sishi navning biologik xususiyatini aniqlaydigan muhim belgilar qatoriga kiradi. Novdaning o'sish xususiyatini uning vegetatsiya yakunidagi uzunligi to'liq ifodalaymaydi. Nav va namunlarda yakuniy uzunlik bir xil, lekin asosiy o'sish turli muddatlarda kechishi, o'sishning faol davri esa turlicha davom etishi mumkin. Shu sababli novda uzunligini ma'lum vaqt oralig'ida o'lchash nav va namunalarning nafaqat o'sish kuchini, shu bilan birga uning mavsumiy o'sish dinamikasini aniqlash imkonini beradi.

Yil davomida havo harorati va namlik o'zgarishi, yog'ingarchilikning har xil darajada bo'lishi natijasida o'simliklar o'sish va rivojlanish fenofazalarining har yili takrorlanishi kuzatiladi [9]. Ozarbayjonda Muradova [7] behi navlarida yillik o'sish, barg maydoni va barglanganlik darajasini baholab, o'sish ko'rsatkichlari navga bog'liq ravishda sezilarli farqlanishini aniqlagan. Mazkur natijalar novda o'sishini behi navlarini biologik tavsiflash uchun mustaqil biometrik belgi sifatida qo'llash mumkinligini

ko'rsatadi. Baskakova behi daraxtlarining o'sish kuchini baholash natijasida sust o'suvchi va ixcham shox-shabbali navlar alohida ajratilgan, shuningdek yuqori hosildor genotiplar aniqlangan [2].

Bairamov [1] navlar ustida kuzatuvlarda gullash va pishish muddatlari aniqlangan, o'simliklar rivojlanishining boshlanishidan boshlab **novdalar va mevalarning rivojlanish dinamikasi muntazam kuzatilgan**. Martínez-Valero va hammualliflar behining vegetativ rivojlanishi harorat va vegetatsiya davrining ketma-ket fazalari bilan uzviy bog'liq ekanligini takidlashgan [6]. Eronda Tatari va hammualiflarining [8] ishlarida shox-shabba kengligi bilan yillik o'sish o'rtasida ijobiy korelyatsiya qayd etilgan, vegetativ rivojlanishning ayrim komponentlari bir-biri bilan bog'liq holda shakllanishini takidlashadi.

TADQIQOT MATERIALLARI VA METODOLOGIYASI

Tadqiqotlar O'GRITI da 2022-2024 yillar davomida behining 33 ta nav va namunasida olib borildi. Izobilnaya navi nazorat sifatida qabul qilindi. Kuzatuvlar o'sish faol kechadigan davrni qamrab oldi va birinchi hisob 20-aprelda amalga oshirilib, keyinchalik **30-aprel, 10-may, 20-may, 30-may, 10-iyun, 20-iyun, 30-iyun, 10-iyul va 20-iyul** sanalarida, ya'ni har 10 kunda takrorlandi. Dala va laboratoriya tajribalar, «Mevali ekinlar jahon kolleksiyalarini o'rganish» [1] va «Mevali va rezavor mevali o'simliklar bilan tajribalar o'tkazishda hisoblar va fenologik kuzatuvlar metodikasi» [2], tajriba ma'lumotlari matematik va statistik ishlov berish «Metodika polevogo opita» [5] uslubi bo'yicha amalga oshirilgan.

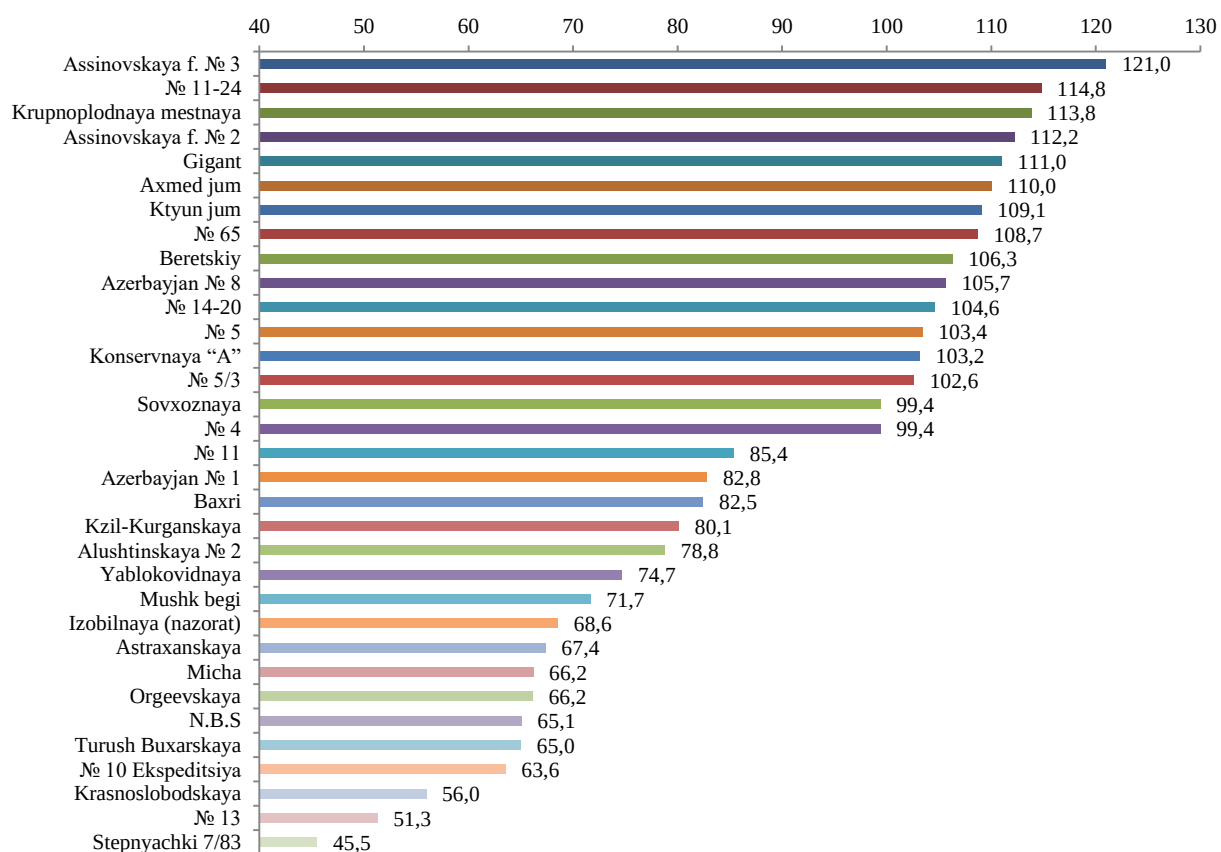
TADQIQOT NATIJALARI VA ULARNING TAHLILI

2022-2024 yillarda olib borilgan kuzatuvlar behi nav va namunalarida bir yillik novdalarning o'sish kuchi, balki mavsum davomida o'sish sur'ati jihatidan ham bir xil sodir bo'lmagligini ko'rsatdi. Uch yillik o'rtacha ma'lumotlar 20-aprelda kolleksiya uchun o'rtacha novda uzunligi 7,48 sm ni tashkil etgan bo'lsa, 30-aprelda 17,66 sm, 10-mayda 30,72 sm, 20-mayda 45,02 sm va 30-mayda 59,01 sm ga yetdi. Keyingi muddatlarda novdalarning o'sish davom etgan bo'lsada, ularning jadalligi pasayib bordi, 10-iyunda o'rtacha uzunlik 71,27 sm, 20-iyunda 79,87 sm, 30-iyunda 85,59 sm va 10-iyulda 87,76 sm ni tashkil etdi. 10-20-iyul oralig'ida kolleksiya bo'yicha o'rtacha qiymat o'zgarmagan, bu davrga kelib o'rganilgan nav va namunalarda novdalarning bo'yiga uzayishi amalda yakunlanganini ko'rsatadi (1-rasmga qarang).

1-rasmda keltirilgan yakuniy novda uzunligi bo'yicha diagrammada nav va namunalarning ushbu farqlanishini yaqqol ko'rsatdi. Eng kuchli o'sish Assinovskaya f. №3 namunasida kuzatilib, novdalarning uch yillik o'rtacha uzunligi 121,0 sm ga yetdi. Undan keyin №11-24 (114,8 sm), Krupnoplodnaya mestnaya (113,83 sm), Assinovskaya f. №2 (112,2 sm) va Gigant (111,03 sm) namunalari qayd etdi. Stepnyachki 7/83 (45,53 sm), №13 (51,30 sm), Krasnoslobodskaya (55,97 sm), №10 Ekspeditsiya (63,57 sm) va Turush Buxarskaya (65,03 sm) namunalarida esa sust o'sish kuzatildi. Diagrammada kuchli va sust o'suvchi genotiplar orasidagi kontrastning aniq ajralishi seleksiya materiallarini vegetativ rivojlanish xususiyati bo'yicha guruhlash imkonini beradi. Assinovskaya f. №3 nazoratdan 52,43 sm, №11-24 (46,23 sm), Krupnoplodnaya mestnaya (45,27 sm), Assinovskaya f. №2 (43,63 sm) va Gigant (42,47 sm) uzun novda hosil qilgan.

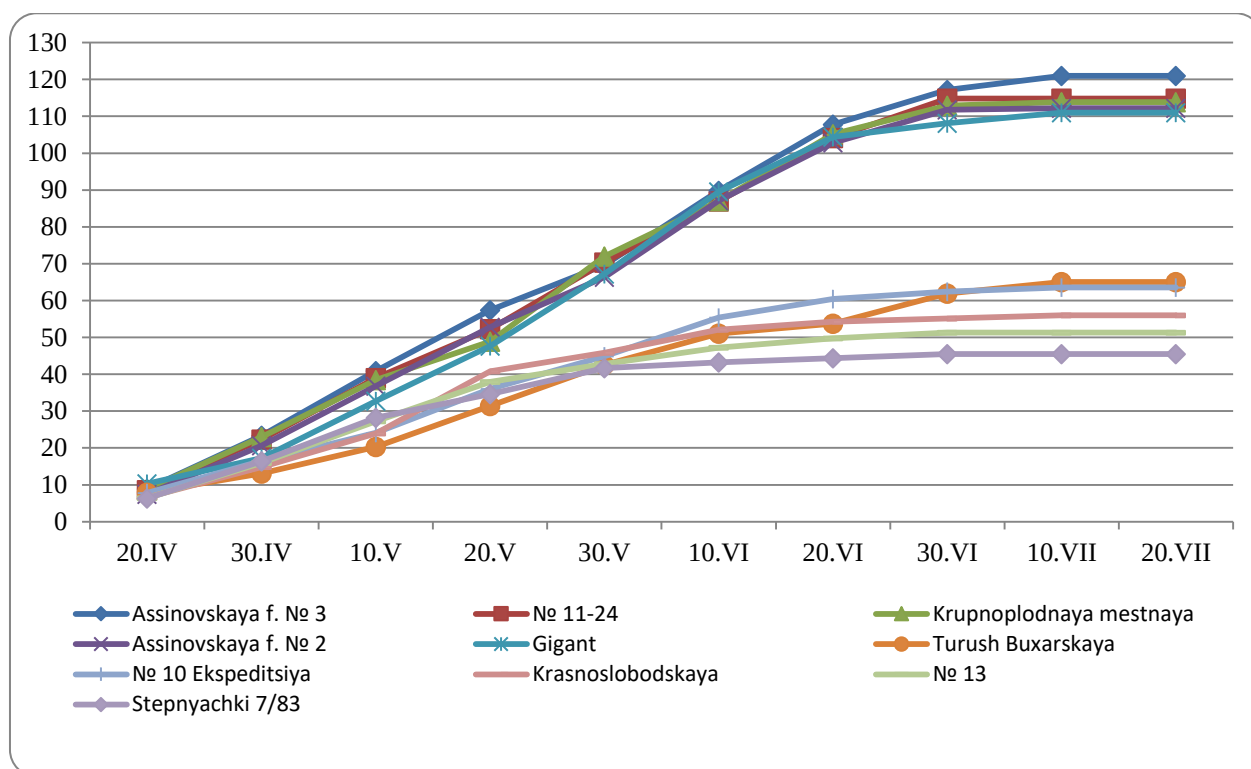
Novdalarning o'sish muddati ham nav va namunalar bo'yicha bir xil kuzatilmadi. Azerbaijan №8, Beretskiy, Ktyun jum, №11-24, №13 va Stepnyachki 7/83 da 30-iyundan keyin novdaning o'sishi aniqlanmadi. Aksariyat boshqa nav va namunalarda esa o'sish iyulning birinchi o'n kunligigacha davom etgan. Xususan №65 da (7,3 sm), №5/3 da (6,7 sm), Sovxoznaya navida (4,9 sm), №11 da (4,6 sm) va №14-20 da (4,0 sm) qo'shimcha o'sish qayd etildi. 10-iyuldan keyin esa 33 ta genotipning birortasida ham novdalarning o'sishi kuzatilmadi (2-rasm).

**Behi nav va namunalarining novdalarining o'sish dinamikasi, sm
(2022-2024 y)**



1-rasm.

Novdalarining yillik o'sish dinamikasi



2- rasm. Kuchli va kuchsiz o'suvchi genotiplarning farqlanishi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Bairamov L.A. Pomological Features of the Distribution of Quince on the Territory of the Ordubad District of the Nakhchivan // Bulletin of Science and Practice. – 2022. – Vol. 8, No. 4. – P. 201–206. DOI: 10.33619/2414-2948/77/23. Бюллетень науки и практики
2. Baskakova V.L. Comparative assessment of quince cultivars (*Cydonia oblonga* Mill.) by the main morphological and economic biological characteristics // Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation. – 2020. – No. 4(153). – P. 93–101. DOI: 10.36305/2019-4-153-93-101. ResearchGate
3. Baymetov K.I., Arzumanov A.Sh. va boshq. Mevali ekinlar jahon kolleksiyalarini o'rganish: uslubiy qo'llanma. – Toshkent, 2022. – 97 b.
4. Buriyev X.Ch., Yenileyev N.Sh., Namozov I.Ch. va boshq. Mevali va rezavor mevali o'simliklar bilan tajribalar o'tkazishda hisoblar va fenologik kuzatuvlar metodikasi. – Toshkent: ToshDAU, 2014. – 64 b. Galaxy International
5. Dospexov B.A. Metodika polevogo opita. – Moskva: Agropromizdat, 1985.
6. Martínez-Valero R., Melgarejo P., Salazar D.M., et al. Phenological stages of the quince tree (*Cydonia oblonga*) // Annals of Applied Biology. – 2001. – Vol. 139, No. 2. – P. 189–192. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2001.tb00395.x. ResearchGate
7. Muradova L.R. Annual Growth of Quince Varieties in Azerbaijan // Bulletin of Science and Practice. – 2023. – Vol. 9, No. 1. – P. 131–135. DOI: 10.33619/2414-2948/86/17. Бюллетень науки и практики
8. Tatari M., Jafari A., Najafi Solari H. Morphological and physiological traits in seedlings' populations obtained from the hybridization of promising genotypes of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) // Journal of Horticultural Research. – 2020. – Vol. 28, No. 2. – P. 53–60.
9. Xoliqov A.N., Namozov I.Ch., Isabekov R. Behi (*Cydonia oblonga* Mill.) ning yilning eng qurg'oqchil muddatlarida umumiy suv miqdori // Iqlimning davom etayotgan o'zgarishi sharoitida oziq-ovqat

xavfsizligiga erishish uchun agrobiologik xilma-xillikni o'rganish, saqlash va barqaror foydalanish muammolari. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent, 2023. – B. 328–332.

ZIG'IR (LINUM USITATISSIMUM L.) GENOTIPLARINING YUQORI MOYLILIK XUSUSIYATINI MORFOLOGIK BELGILAR VA MOY BILAN BOG'LIQ DNK MARKERLARI ASOSIDA BAHOLASH

Bakhodirov Umidjan Shakirjanovich¹, Abdusattorova Dilnoza Saidjon qizi²

¹Biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, Eurasian Multidisciplinary University (EMU), Tibbiy biologiya kafedrası, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: umiddjan@inbox.ru

²Abdusattorova Dilnoza Saidjon qizi Eurasian Multidisciplinary University (EMU), 302-A biologiya guruhi talabasi E-mail: abdusattorovadilnoza59@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ishda moyli zig'ir (*Linum usitatissimum* L.) genotiplarining yuqori moylilik xususiyatini baholashda morfologik va molekulyar-genetik yondashuvlarni uyg'unlashtirish masalasi yoritilgan. Tadqiqot yondashuvida o'simlikning asosiy morfologik va xo'jalik-biologik belgilari, urug'ning moylilik ko'rsatkichi hamda moy biosintezi bilan bog'liq SAD va FAD genlari asosidagi DNK markerlaridan foydalanish nazarda tutiladi. Morfologik ko'rsatkichlarni molekulyar markerlar bilan birgalikda tahlil qilish seleksiya uchun istiqbolli genotiplarni tezroq ajratish, genetik xilma-xillikdan samarali foydalanish va yuqori moyli navlarni yaratish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kalit so'zlar: zig'ir, *Linum usitatissimum* L., moyli zig'ir, genotip, morfologik belgilar, urug' moyliliği, SAD, FAD, DNK marker, marker-assistent seleksiya.

Аннотация: В работе рассматривается комплексный подход к оценке высокой масличности генотипов льна (*Linum usitatissimum* L.) с использованием морфологических признаков и молекулярно-генетических маркеров. Предлагается совместно анализировать хозяйственно-биологические признаки растений, показатель масличности семян и ДНК-маркеры, связанные с генами SAD и FAD, участвующими в биосинтезе жирных кислот. Интеграция фенотипических и молекулярных данных может повысить эффективность отбора перспективных генотипов для селекционных программ.

Ключевые слова: лен, *Linum usitatissimum* L., масличность, генотип, морфологические признаки, жирные кислоты, SAD, FAD, ДНК-маркер, маркер-ассоциированная селекция.

Abstract: This paper considers an integrated approach to evaluating high-oil flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes using morphological traits and molecular markers associated with oil biosynthesis. The proposed research framework combines agronomic and morphological traits, seed oil content, and DNA markers related to SAD and FAD genes involved in fatty-acid metabolism. Joint interpretation of phenotypic and molecular information can support the identification of promising genotypes and improve the efficiency of breeding programs aimed at developing high-oil flax cultivars.

Keywords: flax, *Linum usitatissimum* L., oil flax, genotype, morphological traits, seed oil content, SAD, FAD, DNA marker, marker-assisted selection.

KIRISH

Zig'ir (*Linum usitatissimum* L.) insoniyat tomonidan qadimdan yetishtirib kelinadigan, bir vaqtning o'zida oziq-ovqat, texnik va farmatsevtika yo'nalishlarida ahamiyatga ega bo'lgan ekinlardan biridir. Uning urug'i qimmatli yog' kislotalariga boy bo'lib, o'simlik moyi ishlab chiqarish, funksional oziq-ovqatlar va boshqa biologik faol mahsulotlar uchun muhim xomashyo hisoblanadi. Shu bilan birga, zig'ir tolasi to'qimachilik va texnik maqsadlarda qo'llanadi. Shuning uchun zig'ir genofondida mavjud genetik xilma-xillikni ilmiy asosda baholash va xo'jalik uchun qimmatli genotiplarni aniqlash dolzarb vazifalardan biridir.

Iqlim o'zgarishi, vegetatsiya davrida harorat va namlik rejimining o'zgarishi, tuproq sharoitlarining xilma-xilligi hamda resurslardan oqilona foydalanish zarurati zig'ir seleksiyasida nafaqat yuqori hosildorlik, balki mahsulot sifati va barqarorlik belgilarini ham hisobga olishni talab etmoqda. An'anaviy fenotipik baholash genotiplarni tanlashda muhim bo'lsa-da, belgining genetik asoslarini aniqlash va seleksiya jarayonini tezlashtirish uchun molekulyar markerlardan foydalanish imkoniyatlari tobora kengaymoqda.

Zig'ir genomining tavsiflanishi va genetik xaritalarning rivojlanishi moylilik, yog' kislotalari tarkibi hamda boshqa agronomik belgilarni molekulyar darajada o'rganish uchun yangi imkoniyatlar yaratdi [1–3]. Xususan, yog' kislotalari biosintezida ishtirok etuvchi desaturaza genlari, jumladan SAD va FAD oilasiga mansub genlar, urug' moyining tarkibi va sifatini shakllantirishda muhim biologik ahamiyatga ega. Shu sababli morfologik belgilar bilan molekulyar markerlarni integratsiyalash yuqori moyli genotiplarni aniqlashning istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

TADQIQOTNING MAQSADI VA VAZIFALARI

Tadqiqotning asosiy maqsadi zig'ir genotiplarining yuqori moylilik xususiyatini fenotipik va molekulyar ko'rsatkichlarni birgalikda baholash orqali aniqlash uchun ilmiy-uslubiy yondashuvni ishlab chiqishdan iborat. Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: zig'ir genotiplarining morfologik va xo'jalik-biologik belgilarini tavsiflash; urug' moyliligi bilan bog'liq ko'rsatkichlarni baholash; SAD va FAD genlari bilan bog'liq DNK markerlaridan foydalanish imkoniyatlarini ko'rib chiqish; fenotipik va molekulyar ma'lumotlarni kompleks tahlil qilish hamda seleksiya uchun istiqbolli genotiplarni ajratish mezonlarini shakllantirish.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Tadqiqot obyekti sifatida *Linum usitatissimum* L. turiga mansub turli genotip va navlardan foydalanish ko'zda tutiladi. Fenotipik baholashda o'simlik bo'yi, poya shoxlanishi, vegetatsiya davomiyligi, to'pgul va kapsulalar soni, bitta kapsuladagi urug'lar soni, urug' massasi hamda boshqa seleksion jihatdan muhim belgilar qayd etiladi. Mazkur belgilar o'simlikning umumiy rivojlanishi va urug' hosildorligi bilan bir qatorda, yuqori moylilikka ega genotiplarni dastlabki saralash uchun ham xizmat qilishi mumkin.

Urug'ning moylilik ko'rsatkichini aniqlashda laboratoriya sharoitida standart analitik usullardan foydalanish mumkin. Bunda genotiplar o'rtasidagi farqlar statistik jihatdan baholanib, morfologik belgilar va urug' moyliligi o'rtasidagi korrelyatsion bog'lanishlar aniqlanadi. Agar ma'lumotlar to'plami yetarli bo'lsa, ko'p omilli statistik tahlil yordamida yuqori moylilikni tavsiflashda eng informativ belgilarni ajratish mumkin.

Molekulyar tahlil bosqichida o‘simlik bargidan genom DNKsi ajratilib, tanlangan markerlar bo‘yicha polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) o‘tkaziladi. SAD va FAD genlari bilan bog‘liq markerlar genotiplar orasidagi allelik farqlarni aniqlash va ularni fenotipik ko‘rsatkichlar bilan taqqoslash uchun qo‘llanadi. PCR mahsulotlarini elektroforetik ajratish orqali marker profillari qayd etilib, mavjud polimorfizm asosida genotiplar guruhlanadi.

Tadqiqotning muhim jihati shundaki, molekulyar marker natijalari alohida emas, balki fenotipik ma‘lumotlar bilan birgalikda talqin qilinadi. Bunday integratsiyalashgan yondashuv markerning biologik ahamiyatini baholash, muhit ta‘sirida o‘zgaruvchan belgilarni genetik komponentlardan ajratish va seleksiya uchun barqarorroq mezonlarni shakllantirish imkonini beradi.

1-jadval.

Zig‘ir genotiplarini kompleks baholashda tavsiya etiladigan asosiy ko‘rsatkichlar

Baholash yo‘nalishi	Asosiy ko‘rsatkichlar	Seleksiya uchun ahamiyati
Morfologik	O‘simlik bo‘yi, shoxlanish, kapsulalar soni, vegetatsiya davomiyligi	Genotipning fenotipik va xo‘jalik xususiyatlarini tavsiflash
Urug‘ sifati	1000 dona urug‘ massasi, urug‘ moyliligi	Yuqori moyli genotiplarni dastlabki ajratish
Molekulyar	SAD va FAD bilan bog‘liq DNK markerlari	Genetik farqlarni aniqlash va marker-assistent tanlash
Kompleks tahlil	Fenotip + moylilik + marker profili	Istiqbolli genotiplarni integrallashgan mezon asosida saralash

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Zig‘ir genotiplarini baholashda faqat bitta belgiga tayanish seleksiya samaradorligini cheklashi mumkin. Masalan, yuqori urug‘ hosili har doim ham yuqori moylilik bilan bir xil yo‘nalishda o‘zgaravermaydi. Shuning uchun genotiplarni bir nechta ko‘rsatkichlar majmuasi asosida baholash maqsadga muvofiq. Morfologik belgilar o‘simlikning rivojlanish xususiyatlarini tezkor tavsiflash imkonini bersa, molekulyar markerlar genetik farqlanishni aniqlashda qo‘shimcha, nisbatan barqaror axborot manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Moylilik bilan bog‘liq belgilarni molekulyar darajada o‘rganishda yog‘ kislotalari biosintezida qatnashuvchi desaturaza genlari alohida qiziqish uyg‘otadi. SAD fermentlari to‘yingan yog‘ kislotalarini monoto‘yinmagan shakllarga aylantirish jarayonida, FAD oilasiga mansub desaturazalar esa keyingi desaturatsiya bosqichlarida ishtirok etadi. Shu bois ushbu genlar atrofidagi polimorf markerlar genotiplar o‘rtasidagi farqlarni aniqlash va ularni moy kislotalari profili bilan bog‘lash uchun istiqbolli vosita bo‘lishi mumkin [2,4].

Kompleks tahlilning amaliy ahamiyati, avvalo, seleksiya jarayonining dastlabki bosqichida katta genotiplar to‘plamini tezroq qisqartirish imkoniyati bilan belgilanadi. Dastlab morfologik belgilar bo‘yicha saralangan namunalar orasidan molekulyar marker profili bo‘yicha maqsadli genotiplarni ajratish mumkin. Keyingi bosqichda tanlangan genotiplarning moylilik ko‘rsatkichi,

yogʻ kislotalari tarkibi va muhit sharoitidagi barqarorligi chuqurroq oʻrganiladi. Bunday ketma-ketlik laboratoriya va dala tajribalarini oʻzaro bogʻlaydi.

Zigʻir genotiplarini turli ekologik sharoitlarda baholash ham muhimdir. Harorat, namlik, tuproq unumdorligi va vegetatsiya davrining davomiyligi fenotipik belgilar ifodasiga sezilarli taʼsir koʻrsatishi mumkin. Shu sababli bir hudud sharoitida aniqlangan yuqori moylilik koʻrsatkichi boshqa sharoitlarda aynan takrorlanmasligi ehtimoli mavjud. Molekulyar markerlar esa muhit taʼsiridan kamroq bogʻliq boʻlgan genetik axborotni olish imkonini beradi. Natijada fenotipik va genotipik maʼlumotlarning birgalikdagi tahlili ekologik moslashuvchan va seleksiya nuqtai nazaridan qimmatli materiallarni tanlashga yordam beradi.

Ushbu yondashuv Oʻzbekistonda zigʻir genofondidan samarali foydalanish uchun ham muhim. Mamlakatning turli hududlarida iqlim va tuproq sharoitlari keskin farq qilishi mumkinligi sababli, genotiplarni faqat hosildorlik boʻyicha emas, balki moylilik, vegetatsiya davomiyligi va stress sharoitlariga moslashuv kabi belgilar majmuasi asosida baholash maqsadga muvofiq. Kelgusida fenotipik maʼlumotlarni raqamlashtirish va molekulyar marker profillari bilan birlashtirish seleksiya qarorlarini ilmiy asoslashni yanada kuchaytirishi mumkin.

XULOSA

Zigʻir (*Linum usitatissimum* L.) genotiplarining yuqori moylilik xususiyatini aniqlashda morfologik, xoʻjalik-biologik va molekulyar-genetik koʻrsatkichlarni birgalikda qoʻllash samarali ilmiy yondashuvni shakllantiradi. Fenotipik belgilar genotiplarning dala sharoitidagi namoyon boʻlishini tavsiflash imkonini bersa, SAD va FAD genlari bilan bogʻliq DNK markerlari genetik xilma-xillikni aniqlash va maqsadli genotiplarni saralash uchun qoʻshimcha imkoniyat yaratadi. Taklif etilayotgan kompleks yondashuv yuqori moyli zigʻir genotiplarini dastlabki bosqichda aniqlash, keyingi dala va laboratoriya sinovlari uchun istiqbolli namunalarni tanlash hamda marker-assistent seleksiya elementlarini joriy etishga xizmat qilishi mumkin. Keyingi tadqiqotlarda marker profillari, urugʻ moyliliigi va yogʻ kislotalari tarkibi oʻrtasidagi statistik bogʻlanishlarni chuqur oʻrganish, shuningdek, turli ekologik sharoitlarda tanlangan genotiplarning barqarorligini baholash maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. You F.M., Xiao J., Li P. et al. (2014). Genome analysis of the flax plant (*Linum usitatissimum* L.) and the development of genomic resources. *Plant Physiology*, 164(3), 1406–1417.
- [2]. Cloutier S., Ragupathy R., Niu Z. et al. (2011). Molecular mapping of genes controlling fatty acid composition in flax (*Linum usitatissimum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 122, 1275–1287.
- [3]. Fu Y.-B. (2011). Genetic diversity of cultivated flax germplasm assessed by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58, 91–101.
- [4]. Vrinten P., Hu Z., Munchinsky M.A., Rowland G., Qiu X. (2005). Two FAD3 desaturase genes control the level of linolenic acid in flax seed. *Plant Physiology*, 139, 79–87.
- [5]. Gusta L.V., O'Connor B.J., Pomeroy M.K. (1997). Flax responses to chilling and heat stress on flowering and seed yield. *Canadian Journal of Plant Science*, 77(1), 97–99.
- [6]. Bojko E.I., Panov V.I. (2018). Agroclimatic conditions and phenology of flax. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 204(4), 321–328.
- [7]. Diederichsen A., Frauen M., Linders E.G.A., Jhala A.J., Singh B.P. (2009). Status and perspectives of flax genetic resources in the world. *Plant Breeding*, 128(4), 321–333.

[8]. FAO (2019). Flax Cultivation Manual. Rome: Food and Agriculture Organization.

G'O'ZANING GULLASH VA KO'SAK TUGISH DAVRIDA BIOLOGIK HUSUSIYATLAR HAMDA AGROTEHNIK TADBIRLARNING SAMARADORLIGI

Tursunov Yaxyo Boxodirovich (PhD), Sadiqova Zilola Shuhratbek qizi,

¹Andijon davlat universiteti

Email: tursunovyaxyobek029@gmail.com

²Andijon davlat universiteti

Email: drzilolasadiqova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ilmiy tezisda g'o'za (*Gossypium L.*) o'simligining eng mas'uliyatli va asosiy davri hisoblangan gullash va ko'sak tugish bosqichidagi biologik o'zgarishlar, o'simlikning tashqi muhit omillariga (suv, ozuqa, harorat, yorug'lik) bo'lgan talabchanligi hamda ushbu davrda amalga oshiriladigan agrotehnik tadbirlarning yakuniy paxta hosildorligiga ta'siri batafsil tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: G'o'za, gullash-ko'sak tugish, vegetatsiya, mineral o'g'itlar, makro va mikroelementlar, transpiratsiya, agrotehnika, hosildorlik, tola sifati.

Abstract. This scientific thesis provides a detailed analysis of the biological changes occurring in cotton (*Gossypium L.*) during the flowering and boll-setting stages, which are considered the most critical and important periods of the plant's development. It also examines the plant's requirements for environmental factors, including water, nutrients, temperature, and light, as well as the impact of agrotechnical practices carried out during this period on the final cotton yield.

Keywords: cotton, flowering and boll-setting, vegetation, mineral fertilizers, macro- and micronutrients, transpiration, agrotechnology, yield, fiber quality.

Аннотация. В данной научной работе подробно проанализированы биологические изменения, происходящие у хлопчатника (*Gossypium L.*) на этапах цветения и образования коробочек, которые считаются наиболее ответственными и важными периодами развития растения. Рассмотрены потребности растения в факторах внешней среды, включая воду, питательные вещества, температуру и свет, а также влияние агротехнических мероприятий, проводимых в этот период, на конечную урожайность хлопчатника

Ключевые слова: хлопчатник, цветение и образование коробочек, вегетация, минеральные удобрения, макро- и микроэлементы, транспирация, агротехника, урожайность, качество волокна.

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi agrosanoat majmuasida paxtachilik yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. Paxtadan mo'l, yuqori sifatli va raqobatbardosh mahsulot olish, birinchi navbatda, g'o'zaning o'sish va rivojlanish davrlarini ilmiy asosda to'g'ri boshqarishga bevosita bog'liqdir. G'o'za biologiyasida to'rtinchi bosqich hisoblangan gullash va ko'sak tugish davri o'simlik hayotidagi eng uzoq, murakkab va o'ta mas'uliyatli palla hisoblanadi. Aynan shu davrda kelgusi hosilning poydevori yaratiladi, o'simlik organlarida modda almashinuvi jarayonlari o'zining eng

yuqori cho'qqisiga chiqadi. Shuning uchun ham ushbu davr agrobiologik xususiyatlarini o'rganish dolzarb masalalardan biridir.

G'o'zaning gullash davri odatda o'simlikda shonalash boshlangandan keyin, iqlim sharoiti va nav xususiyatlariga qarab 25–30 kun o'tib boshlanadi va vegetatsiya davrining oxirigacha davom etadi. G'o'za issiqliksevar o'simlik bo'lib, uning normal o'sishi, jadal rivojlanishi va samarali hosil to'plashi uchun sutkalik optimal harorat 25–30 °C ni tashkil etishi lozim. Gullash-ko'sak tugish davrining asosiy biologik xususiyatlari va tizimli agrotehnik talablarini quyidagi yo'nalishlarga ajratish mumkin:

1. Maksimal suv talabi va transpiratsiya jadalligi. G'o'za aynan gullash va ko'sak tugish pallasida o'z hayoti davomidagi eng ko'p suv miqdorini talab qiladi. Bu davrda barg sathining kengayishi va transpiratsiya (barg orqali suv bug'latish) jarayoni keskin kuchayadi. Tuproqda namlik yetishmovchiligi yuzaga kelganda o'simlikda fiziologik stress boshlanadi, natijada gullar, murtaklar va yangi paydo bo'lgan tugunchalarning ommaviy ravishgan to'kilishi (hosil elementlarining nobud bo'lishi) kuzatiladi. Ma'lumotlarga ko'ra, g'o'zaning suvga bo'lgan umumiy ehtiyojining 50-60 foizi aynan shu davrga to'g'ri keladi va mavsumiy sug'orish me'yori gektariga 8–10 ming m³ ni tashkil etadi. Tuproq namligini dala nam sig'imiga nisbatan 70–75% atrofida saqlab turish optimal hisoblanadi.

2. Mineral oziqlantirishning keskinligi. Gullash-ko'sak tugish davrida o'simlik tuproqdan mineral moddalarni, ayniqsa, azot va fosforni o'ta yuqori sur'atlarda o'zlashtiradi. Azot o'simlik poyasi va hosil a'zolarining o'sishini ta'minlasa, fosfor ildiz tizimini baquvvat qiladi hamda ko'saklarning barvaqt to'lishib ochilishini tezlashtiradi. Kaliy elementi esa tolaning pishiqligi va sifatini oshirishga, shuningdek, o'simlikning kasalliklarga chidamliligini kuchaytirishga xizmat qiladi. Bu davrda g'o'zani nafaqat ildiz tizimi orqali (azotli, fosforli va kaliyli o'g'itlar bilan), balki bargi orqali ham (makro va mikroelementlar, stimulyatorlar bilan suspenziya usulida) qo'shimcha oziqlantirish hosildorlikni sezilarli darajada oshiradi.

3. Tashqi stress omillari va mikroklimat. G'o'za yorug'liksevar o'simlik bo'lgani sababli, unga soya joylar salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, u kuchli issiq quruq shamollarga (garmselga) va havo quruqligiga juda ta'sirchandir. Gullash pallasida havo haroratining 38–40 °C dan yuqori ko'tarilib ketishi changdonlarning qurib qolishiga va changlanish jarayonining buzilishiga olib keladi. Buning oqibatida pushtsiz ko'saklar ko'payadi va keyinchalik ular ham to'kilib ketadi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun dalalarda mikroklimatni mo'tadillashtiruvchi qisqa muddatli, yengil sug'orish ishlarini amalga oshirish samarali hisoblanadi.

Chashirash (chekanish) agrotexnikasining ahamiyati. Gullash davrining ikkinchi yarmida (odatda iyul oyining oxiri – avgust oyining boshlarida) g'o'za nihollarining bo'yiga o'sishini to'xtatish va bor ozuqa moddalarni faqat ko'saklarni to'ldirishga yo'naltirish maqsadida chashirash (chekanish) turlari o'tkaziladi. Agar g'o'zaning o'sish nuqtasi o'z vaqtida kesilmasa, o'simlik vegetativ a'zolari (barg va shoxlar) o'stirishga ortiqcha energiya sarflaydi. Chekanish ishlari o'z vaqtida va sifatli xatlanganda, ko'saklarning vazni 0,5–1,0 grammgacha og'irlashadi va paxtaning barvaqt yetilishi 5–7 kunga tezlashadi.

Tashqi stress omillari va fitosanitar himoya. Gullash pallasida havo haroratining 38–40 °C dan yuqori ko'tarilib ketishi (garmsel) changdonlarning qurib qolishiga va changlanish jarayonining buzilishiga olib keladi. Buning oqibatida pushtsiz ko'saklar ko'payadi va keyinchalik ular ham to'kilib ketadi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun dalalarda mikroklimatni mo'tadillashtiruvchi qisqa muddatli yengil sug'orish ishlarini amalga oshirish lozim. Shuningdek, yoz oylarida g'o'za

zararkunandalari (g'oz tunlami, o'rgimchakkanal va shiralar) ommaviy ko'payadi. G'oz tunlami qurti endigina shakllanayotgan yosh ko'saklarni kemirib, hosilni butunlay yaroqsiz qiladi. Ekologik toza mahsulot olish uchun ushbu davrda kimyoviy preparatlardan ko'ra, biologik usullarni (trixogramma, brakon va oltinko'z entomofaglarni dalaga chiqarish) qo'llash yuqori samara beradi.

XULOSA

G'ozning gullash va ko'sak tugish davrida barcha agrotehnik va fitosanitar tadbirlarni ilmiy asoslangan holda, o'z vaqtida va kechiktirmasdan o'tkazish lozim. Suv rejimini to'g'ri optimallashtirish, ozuqa balansini ta'minlash hamda biologik himoya choralarini qo'llash orqali hosil elementlarining to'kilishini 15–20% gacha kamaytirishga hamda har bir gektar maydondan yuqori sifatli, sanoatbop paxta xomashyosini yetishtirishga erishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Musayev B.J. Agrokimyo. – Toshkent: "Sharq" nashriyoti, 2010. – 340 b.
- [2] Xo'jayev Sh.T. Umumiy va qishloq xo'jalik entomologiyasi. – Toshkent: "Yangi asr avlodi", 2014. – 412 b.
- [3] G'oz agrotehnikasi va oziqlantirish bo'yicha tavsiyalar. // O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi, Paxtachilik kengashi. – Toshkent, 2026. [1]
- [4] Sh. T. Xo'jayev. "Umumiy va qishloq xo'jalik entomologiyasi" darsligi. (G'oz tunlami (ko'sak qurti), o'rgimchakkanal kabi zararkunandalarning gullash davridagi zarari va ularga qarshi trixogramma hamda brakon entomofaglarini qo'llash me'yorlari)

TOSHKENT VILOYATI SHAROITIDA GUAR (*CYAMOPSIS TETRAGONOLOBA* (L.) TAUB.) GENOTIPLARINING MORFOLOGIK XILMA-XILLIGI

Yuldashov O'tkir Xayitovich¹, Baxadirov Umiddjan Shakirjanovich²

¹biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim

O'simliklar genetik resurslari ilmiy-tadqiqot instituti, O'zbekiston

²biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim

**Yevroosiyo multidisiplinar universiteti, O'zbekiston

Annotatsiya. Tadqiqotda Toshkent viloyati sharoitida turli geografik kelib chiqishga ega 41 ta guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) namunasining morfologik xilma-xilligi baholandi. O'simlik bo'yi, birlamchi shoxlar soni, birinchi birlamchi shoxning joylashish balandligi, asosiy poya diametri va shoxlanish tipi aniqlandi. Natijalarda genotiplar o'rtasida sezilarli fenotipik xilma-xillik mavjudligi aniqlandi. Morfologik jihatdan kontrast genotiplar keyingi agrobiologik va seleksion tadqiqotlar uchun ajratildi.

Kalit so'zlar: Guar, *Cyamopsis tetragonoloba*, genotip, morfologik xilma-xillik, o'simlik bo'yi, shoxlanish, poya diametri.

Аннотация. В исследовании оценено морфологическое разнообразие 41 образца гуара (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) различного географического происхождения в условиях Ташкентской области. Определяли высоту растений, количество первичных ветвей, высоту расположения первой первичной ветви, диаметр главного стебля и тип ветвления. Результаты

показали наличие значительного фенотипического разнообразия между генотипами. Морфологически контрастные генотипы были выделены для дальнейших агробиологических и селекционных исследований.

Ключевые слова: гуар, *Cyamopsis tetragonoloba*, генотип, морфологическое разнообразие, высота растений, ветвление, диаметр стебля.

Abstract. The morphological diversity of 41 guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) accessions of different geographical origins was evaluated under the conditions of the Tashkent region. Plant height, number of primary branches, height of the first primary branch, main stem diameter, and branching type were determined. The results revealed significant phenotypic diversity among the genotypes. Morphologically contrasting genotypes were identified for further agrobiological and breeding studies.

Keywords: guar, *Cyamopsis tetragonoloba*, genotype, morphological diversity, plant height, branching, stem diameter.

KIRISH

Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) *Fabaceae* oilasiga mansub, issiq va qurg'oqchil sharoitlarga moslashgan bir yillik dukkakli ekin hisoblanadi. Uning urug'i endospermida galaktomannan miqdorining yuqoriligi guar mahsulotlaridan oziq-ovqat, farmatsevtika, kosmetika va boshqa sanoat tarmoqlarida foydalanish imkonini beradi (Gresta va boshq., 2018).

Guar genofondida o'simlik bo'yi, shoxlanish xususiyati, poya diametri va boshqa morfo-agronomik belgilar bo'yicha sezilarli genotipik xilma-xillik mavjudligi aniqlangan (Gresta va boshq., 2018; Santonoceto va boshq., 2019). Shrestha va boshqalar (2021) 50 ta guar genotipini baholash natijasida shoxlar soni va poya diametri bo'yicha keng fenotipik o'zgaruvchanlik mavjudligini qayd etgan. Morris (2010) tomonidan guar genetik resurslarini morfologik, fenologik va reproduktiv belgilar asosida baholash natijalari ham kolleksiya namunalarida sezilarli xilma-xillik mavjudligini ko'rsatgan. Turli geografik kelib chiqishga ega genotiplarni yangi agroiklim sharoitida baholash mahalliy sharoitga moslashgan istiqbolli boshlang'ich materiallarni aniqlash imkonini beradi.

Tadqiqotning maqsadi — Toshkent viloyati sharoitida turli geografik kelib chiqishga ega 41 ta guar namunasining asosiy morfologik belgilarini baholash va morfologik jihatdan kontrast genotiplarni ajratish.

Materiallar va uslublar. Tadqiqotlar Toshkent viloyati Qibray tumani sharoitida olib borildi. Tadqiqot materiali sifatida Hindiston, Avstraliya, AQSh, Angliya, Pokiston va Rossiyadan kelib chiqqan 41 ta guar namunasi o'rganildi. Dala tajribasi uch qaytariqda tashkil etilib, har bir qaytariqda har bir genotipdan 10 tadan o'simlikda biometrik kuzatuvlar olib borildi.

O'simlik bo'yi (sm), birlamchi shoxlar soni (dona), birinchi birlamchi shoxning joylashish balandligi (sm), asosiy poya diametri (mm) va shoxlanish tipi aniqlandi. Natijalar o'rtacha qiymat va standart xatolik ($M \pm SE$) ko'rinishida ifodalandi.

Natijalar va muhokama. O'rganilgan guar namunalarida morfologik belgilar bo'yicha keng fenotipik xilma-xillik aniqlandi. O'simlik bo'yi 45,11–210,00 sm oralig'ida o'zgardi. Eng baland o'simliklar K-58 ($210,00 \pm 10,00$ sm), K-64 ($173,33 \pm 8,08$ sm) va K-96 ($170,50 \pm 8,50$ sm) namunalarida kuzatildi. Eng past ko'rsatkich esa K-74 namunasida ($45,11 \pm 2,24$ sm) qayd etildi.

Birlamchi shoxlar soni 0–11,88 dona oralig'ida o'zgardi. K-11 ($11,88 \pm 1,51$ dona), K-73 ($11,50 \pm 0,67$ dona), K-85 ($10,89 \pm 1,02$ dona) va K-94 ($10,80 \pm 1,07$ dona) namunalari kuchli shoxlanishi bilan ajralib turdi. K-12 va K-64 namunalarida esa birlamchi shoxlar shakllanmadi.

Shoxlanish tipi bo'yicha 41 ta genotipdan 2 tasi (4,9%) shoxlanmagan, 22 tasi (53,7%) asosiy poya bo'ylab shoxlangan va 17 tasi (41,5%) asosdan kuchli shoxlangan tipga mansub bo'ldi. Bu kolleksiyada o'simlik arxitekturasi bo'yicha sezilarli xilma-xillik mavjudligini ko'rsatdi.

Birinchi birlamchi shoxning eng yuqori joylashishi K-92 ($41,00 \pm 9,05$ sm), K-44 ($28,00 \pm 7,77$ sm) va K-60 ($23,43 \pm 3,72$ sm) namunalarida qayd etildi. Asosiy poya diametri 5,1–16,5 mm oralig'ida o'zgarib, eng yuqori ko'rsatkichlar K-96 ($16,5 \pm 0,5$ mm), K-44 ($14,8 \pm 0,9$ mm) va K-60 ($14,7 \pm 1,1$ mm) namunalarida aniqlandi.

Morfologik belgilarni kompleks baholash natijasida K-58 juda baland va kam shoxlangan, K-96 baland bo'yli, yo'g'on poyali va kam shoxlangan, K-11 kuchli shoxlangan, K-73 kuchli va bazal shoxlangan, K-92 esa kam shoxlangan va birinchi shoxi yuqorida joylashgan morfotip sifatida ajralib turdi.

XULOSA

Toshkent viloyati sharoitida o'rganilgan 41 ta guar namunasida o'simlik bo'yi, shoxlanish xususiyati, birinchi shoxning joylashish balandligi va poya diametri bo'yicha sezilarli fenotipik xilma-xillik mavjudligi aniqlandi. K-58, K-96, K-11, K-73, K-92, K-44 va K-60 namunalari turli morfologik belgilar bo'yicha ajralib turdi. Ushbu genotiplarni keyingi bosqichda hosildorlik, fiziologik-biokimyoviy xususiyatlar va agroekologik barqarorlik bo'yicha baholash maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Gresta F., Avola G., Cannavò S., Santonoceto C. (2018). Morphological, biological, productive and qualitative characterization of 68 guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes. *Industrial Crops and Products*, 114, 98–107.
2. Shrestha R., Adams C.B., Ravelombola W. et al. (2021). Exploring phenotypic variation and associations in root nodulation, morphological, and growth character traits among 50 guar genotypes. *Industrial Crops and Products*, 169, 113831.
3. Santonoceto C., Mauceri A., Lupini A. et al. (2019). Morpho-agronomic characterization and genetic variability assessment of a guar germplasm collection by a novel SSR panel. *Industrial Crops and Products*, 138, 111568.
4. Morris J.B. (2010). Morphological and reproductive characterization of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) genetic resources regenerated in Georgia, USA. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 985–993.

АЛКОГОЛЛИ ПАНКРЕАТИТДА ЛИМФА ТУГУНЛАРИНИНГ МОРФОМЕТРИЯСИ**Мусаева Юлдуз Алперсовна¹, Латибжонов Азизбек Эркинжон ўғли²**

1-Тошкент давлат тиббиёт университети, 2-Фарғона жамоат саломатлиги тиббиёт институти

Email: Latibjanov92@gmail.com

Аннотация. Алкоголли панкреатитда лимфоцитлар пролиферацияси ҳисобига паракортикал соҳа, лимфоид фолликулалар ҳамда герминатив марказлар гиперплазия ривожланганлиги билан изоҳланди. Синуслар кенгайиши лимфодренаж ва макрофагал фаолликнинг кучайганлигини кўрсатиши билан бирга, алкоголли панкреатитда ошқозон ости безида юзага келган оралик шишни ҳам кескин ошиб кетганлигини англатиб, бу жараён бора бора лимфодренаж функциясини жисмоний зўриқиши ва мия тасмалари сийрак толаларини плазматик бўкишига олиб келиши оқибатида, лимфа тугунлари фибрози ва склерози ривожланишини олдиндан башоратлаш имконини берди. Мезентериал лимфа тугуни капсуласини қалинлашиши ва ретикуляр стромасида мезенхимал хужайралар пролиферация жараёнини сурункали тус олганлиги натижасида лимфа тугуни фибрози, ретикуло-склерози юзага келаётганлигидан далолат берди.

Абстракт. При алкогольном панкреатите гиперплазия паракортикальной области, лимфоидных фолликулов и герминативных центров объясняется развитием пролиферации лимфоцитов. Расширение синусов, наряду с увеличением лимфатического дренажа и активности макрофагов, также указывает на резкое усиление интерстициального отека, возникающего в поджелудочной железе при алкогольном панкреатите, что позволяет прогнозировать развитие фиброза и склероза лимфатических узлов вследствие постепенного физического напряжения функции лимфатического дренажа и плазматического застоя в медуллярных тяжах. Утолщение капсулы мезентериального лимфатического узла и хронический характер пролиферации мезенхимальных клеток в ретикулярной строме указывают на развитие фиброза и ретикулосклероза лимфатических узлов.

Abstract. In alcoholic pancreatitis, hyperplasia of the paracortical zone, lymphoid follicles, and germinal centers is attributed to lymphocyte proliferation. Sinus dilation, alongside increased lymphatic drainage and macrophage activity, also indicates a marked intensification of interstitial edema within the pancreas; this suggests the future development of fibrosis and sclerosis in the lymph nodes, resulting from the progressive functional strain on lymphatic drainage and plasma stasis within the medullary cords. Thickening of the mesenteric lymph node capsule and the chronic nature of mesenchymal cell proliferation in the reticular stroma point to the development of lymph node fibrosis and reticulosclerosis.

Калит сўзлар: лимфа тугуни, алкоголли панкреатит, морфология, гистохимия.

Муаммонинг долзарблиги. Дунёда ургент касалликлар бўйича, қорин бўшлиғи аъзоларидан ошқозон ости безининг яллиғланиш касаллиги 3 чи ўринда туради. Дунё аҳолиси орасида ўртача 960 млн инсонда панкреатит касаллиги аниқланиб, шулардан, 25-40 ёшлар ўртасида, 36,6% ни алкоголли панкреатит (262 млн) ташкил этади. АҚШ да алкоголли панкреатит билан 25-45 ёшли контингент ўртасида, 25 млн дан ортиқ инсон ушбу касалликлар билан касалланган. Европада алкоголли панкреатит билан ўртача 66,8 млн инсон касалланган. Россия Федерациясида ўртача 25-55 ёшли контингент ўртасида 52,3 млн инсон ушбу касаллик

билан оғриган. МДХ давлатларида жами 12 млн дан ортик бу кўрсаткич билан рўйхатдан ўтган. Ҳар йили алкогольли панкреатитнинг турли шаклларида ўртача 12-30 млн гача инсон вафот этади.

Натижа ва муҳокама. Алкоголли панкреатитда регионар (меъда ости беи атрофидаги) лимфа тугунларининг морфометрик кўрсаткичлари лимфоид тўқиманинг реактив ўзгаришлари, шиш, хужайралар пролифера-цияси ёки сурункали жараёндаги склеротик ўзгаришларга боғлиқ равишда ўзгаради.

1-Жадвал

Алкоголли панкреатитда регионар лимфа тугунларининг морфометрик кўрсаткичлари

Т/р	Морфометрик кўрсаткичлар номи	жадвали		
		Норма (Назорат гуруҳи)	Алкоголли панкреатит гуруҳи	Статистик ишончилилик (р)
1	Лимфа тугунининг умумий майдони (мм ²)	18,4±1,2	32,6 ± 2,4	p < 0,001
2	Лимфа тугунининг қалинлиги/диаметри (мм)	4,2 ± 0,3	7,1±0,5	p < 0,001
3	Капсуланинг қалинлиги (мкм)	25,2 ± 2,1	58,4 ± 4,8	p < 0,001
4	Кортикал соҳанинг солиштирма майдони (%)	45,0 ± 3,0	34,2 ± 2,5	p < 0,01
5	Паракортикал соҳанинг солиштирма майдони (%)	22,0 ± 1,8	38,5 ± 2,9	p < 0,001
6	Медулляр (миясимон) қаватнинг солиштирма майдони (%)	33,0 ± 2,5	27,3 ± 2,1	p < 0,05
7	Кортикал қаватдаги лимфоид фолликулалар сони (дона)	6,2±0,8	11,5±1,2	p < 0,001
8	Фолликула герминатив марказининг диаметри (мкм)	180,5±12,0	275,4 ± 18,6	p < 0,001
9	Лимфа тугуни синусларининг умумий кенглиги (мкм)	35,0 ± 4,0	84,6 ± 7,2	p < 0,001
10	Эндотелий ва ретикуляр хужайралар пролиферация индекси (%)	5,1 ± 0,6	16,8 ± 1,4	p < 0,001

Лимфа тугунининг умумий майдони (32,6±2,4мм²), алкогольли интоксикация ва унинг метаболитлари чақирган токсик яллиғланиш туфайли регионар лимфа тугунлари реактив равишда катталашади (реактив лимфаденопатия). Назорат гуруҳига нисбатан умумий майдоннинг сезиларли даражада ошиши яллиғланиш вақтида тугундаги хужайраларнинг кўпайгани ва шиш билан боғлиқлигини тасдиқлайди.

Лимфа тугунининг қалинлиги/диаметри (7,1±0,5мм) бўйича, меъёрга нисбатан статистик ишончли кўрсаткичларда, лимфа тугуни қалинлиги ўлчамларини катталашини ҳам меъда ости безидан келаётган антиген ва токсинларга қарши лимфатик аппаратнинг фаол иммун жавоб бераётганини кўрсатади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Ивашкин В.Т., Маев И.В., Шифрин О.С. и др. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению хронического панкреатита (проект). Росс. журн. гастроэнтерол., гепатол. и колопроктол. 2013. № 1. С. 66-87.
2. Frulloni L., Falconi M., Gabbrielli A. et al. Italian consensus guidelines for chronic pancreatitis. Dig. Liver. Dis. 2010. V.42. Suppl.6. P. 381-406.
3. Bornman P.C., Botha J.F., Ramos J.M. et al. Guideline for the diagnosis and treatment of chronic pancreatitis. S. Afr. Med. J. 2010.V.100.№ 12. Pt 2.P. 847-860.
4. Gubergrits N.B., Zagorenko Yu.A. Khronicheskiy alkohol'nyy pankreatit. Gazeta «Novosti meditsiny i farmatsii». Gastroenterologiya. 2007. № 226 /[http:// www.mif-ua.com/archive/article/3977/](http://www.mif-ua.com/archive/article/3977/).
5. Beger H.G., Matsuno S., Cameron J.L. Diseases of the Pancreas. Berlin: Springer Heidelberg, New York. 2008. 949 p.
6. Yamaguchi K. How to define patients at high risk for pancreatic cancer. Pancreatology. 2011. V.11. Suppl. 2. P. 3-6.
7. Косюра С.Д., Ильченко Л.Ю., Сторожаков Г.И. и др. Хронический алкогольный панкреатит: вопросы диагностики и лечения. Consilium Medicum. 2012. № 2. С. 31-35. Kosyura S.D., Il'chenko L.Yu., Storozhakov G.I. i dr. Khronicheskiy alkohol'nyy pankreatit: voprosy diagnostiki i lecheniya. Consilium Medicum. 2012. № 2. S. 31-35.
8. Cote G.A., Yadav D., Slivka A. et al. Alcohol and Smoking as Risk Factors in an Epidemiology Study of Patients with Chronic Pancreatitis. Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2011. V. 9. Suppl. 3. P. 266-273.
9. Balukova Ye.V., Uspenskiy Yu.P. Klinicheskiye vozmozhnosti povysheniya effektivnosti terapii khronicheskogo pankreatita. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2018. № 13. S. 1018-1023.
10. Nitsche C., Simon P., Weiss F.U. Environmental risk factors for chronic pancreatitis and pancreatic cancer. Dig Dis. 2011. V. 29. Suppl. 2. P. 235-242.
11. Lugea A., Gong J., Nguyen J. et al. Cholinergic mediation of alcohol-induced experimental pancreatitis. Alcohol. Clin. Exp. Res. 2010. V. 34. Suppl. 10. P. 1768-1781.
12. Gasiorowska A., Talar-Wojnarowska R., Czupryniak L. et al. The prevalence of Cationic Trypsinogen (PRSS1) and Serine Protease Inhibitor, Kazal Type 1 (SPINK1) Gene Mutations in Polish Patients with alcoholic and Idiopathic Chronic Pancreatitis. Dig. Dis. Sci. 2011. V. 56. P. 894-901.
13. Drenth J.P.H., Te Morsche R., Jansen J.B. Mutations in serine protease inhibitor kazal type-1 are strong by associated with chronic pancreatitis. Gut. 2002. V. 50. P. 687-692.
14. Pezzilli R., Morselli-Labate A.M., Mantovani V. et al. Mutations of the CFTRgene in pancreatic disease. Pancreas. 2003. V. 27. Suppl. 4. P. 332-336.
15. Casals T., Aparisi L., Martinez-Costa C. et al. Different CFTR mutational spectrum in alcoholic and idiopathic chronic pancreatitis. Pancreas. 2004. V. 28. P. 374-379.
16. Rosendahl J., Bodeker H., Mossner J. et al. Hereditary chronic pancreatitis. Orphanet Journal of Rare Diseases. 2007. V. 2. P. 1-10.
17. Lucrezio L., Bassi M., Migliori M., et al. Alcoholic pancreatitis: new pathogenetic insights. Minerva Med. 2008. V. 99. Suppl. 4. P. 391-398.

18. Костюкевич О.И. Хронический панкреатит: от патогенеза к терапии. Русский медицинский журнал. 2009. Т.17. №

19. Еремина Е.Ю., Строкова О.А. Состояние кишечного пищеварения у больных хроническим панкреатитом. Lambert Academic Publishing, 2012. 100 с. Yeremina Ye.Yu., Stroкова O.A. Sostoyaniye kishechnogo pishchevareniya u bol'nykh khronicheskim pankreatitom. Lambert Academic Publishing. 2012. 100 s.

УДК: 616.37-002-02:613.81]-091.8-097

АЛКОГОЛЛИ ПАНКРЕАТИТДА ЛИМФА ТУГУНЛАРИНИНГ ИММУНОГИСТОКИМЁВИЙ ЖИХАТЛАРИНИ БАҲОЛАШ МЕЗОНЛАРИ

Мусаева Ю А¹, Латибжонов А Э²

1-Тошкент давлат тиббиёт университети, 2-Фарғона жамоат саломатлиги тиббиёт институти

Email: Latibjanov92@gmail.com

Аннотация. Алкоголли панкреатитда регионар лимфа тугунларининг иммуногистокимёвий хос хусусиятларини ўрганишда асосий жиҳатлар лимфа тугунларида яллиғланиш, репаратив регенерацияланиш даражаси, қон томирларини морфологик адаптацияси ва макрофагал тизимдаги ўзгариш-ларни ўрганиш билан хос жиҳатлари очилади. Алкоголли панкреатитда регионар лимфа тугунларини ўрганишда, CD20 (кортикал фолликулаларда В-лимфоцитларни баҳолаш), CD3 (паракортикал соҳада Т лимфоцитларни сон жиҳатдан кўпайиши ёки камайишини баҳолаш), CD68 маркери (алкоголли панкреатитда макрофаглар жуда катта аҳамиятга эга бўлиб, CD68 орқали, синусли гистиоцитоз, макрофаг инфильтрацияси, фаол макрофаглар (некроз маҳсулотларини фагоцитоз қилишини баҳолашда) қўлланилди. Шу билан бирга, лимфа тугунларида жуда кўплаб неоангиогенез ўчоқларини юзага келганлиги ва микроциркулятор ўзан тармоқларини кўплаб шаклланиши оддий морфологик текширишларда аниқланди. Бу эса, ўз навбатида, CD31 ёки CD34 маркери орқали лимфа тугунларидаги эндотелий пролифератив индексини баҳолашда қўлланилди.

Abstract. In the study of immunohistochemical characteristics of regional lymph nodes in alcoholic pancreatitis, the main aspects are revealed by studying the degree of inflammation in the lymph nodes, the degree of reparative regeneration, the morphological adaptation of blood vessels, and changes in the macrophage system. In the study of regional lymph nodes in alcoholic pancreatitis, CD20 (assessment of B-lymphocytes in cortical follicles), CD3 (assessment of the quantitative increase or decrease in T lymphocytes in the paracortical area), CD68 marker (macrophages are of great importance in alcoholic pancreatitis, and through CD68, sinusoidal histiocytosis, macrophage infiltration, active macrophages (phagocytosing necrosis products) were used. At the same time, the formation of numerous foci of neoangiogenesis in the lymph nodes and the formation of numerous microcirculatory networks were detected in simple morphological examinations. This, in turn, was used to assess the endothelial proliferative index in the lymph nodes through the CD31 or CD34 marker.

Абстракт. При изучении иммуногистохимических характеристик региональных лимфатических узлов при алкогольном панкреатите основные аспекты выявляются путем исследования степени воспаления в лимфатических узлах, степени репаративной регенерации, морфологической адаптации кровеносных сосудов и изменений в макрофагальной системе.

При исследовании региональных лимфатических узлов при алкогольном панкреатите использовались маркеры CD20 (оценка В-лимфоцитов в кортикальных фолликулах), CD3 (оценка количественного увеличения или уменьшения количества Т-лимфоцитов в паракортикальной области), CD68 (макрофаги играют важную роль при алкогольном панкреатите, и с помощью CD68 выявляются синусоидальный гистиоцитоз, инфильтрация макрофагов, активные макрофаги (фагоцитирующие продукты некроза)). Одновременно при простых морфологических исследованиях обнаруживалось образование многочисленных очагов неоплазии в лимфатических узлах и формирование многочисленных микроциркуляторных сетей. Это, в свою очередь, использовалось для оценки индекса эндотелиальной пролиферации в лимфатических узлах с помощью маркеров CD31 или CD34.

Калит сўзлар: иммуногистокимёвий усул, лимфа тугуни, алкогольли панкреатит, морфология, гистохимия.

Муаммонинг долзарблиги. Дунёда ургент касалликлар бўйича, қорин бўшлиғи аъзоларидан ошқозон ости безининг яллиғланиш касаллиги 3 чи ўринда туради. Дунё аҳолиси орасида ўртача 960 млн инсонда панкреатит касаллиги аниқланиб, шулардан, 25-40 ёшлар ўртасида, 36,6% ни алкогольли панкреатит (262 млн) ташкил этади. АҚШ да алкогольли панкреатит билан 25-45 ёшли контингент ўртасида, 25 млн дан ортиқ инсон ушбу касаллик билан касалланган. Европада алкогольли панкреатит билан ўртача 66,8 млн инсон касалланган. Россия Федерациясида ўртача 25-55 ёшли контингент ўртасида 52,3 млн инсон ушбу касаллик билан оғриган. МДХ давлатларида жами 12 млн дан ортиқ бу кўрсаткич билан рўйхатдан ўтган. Ҳар йили алкогольли панкреатитнинг турли шаклларида ўртача 12-30 млн гача инсон вафот этади.

Тадқиқот мақсади: Алкоголли панкреатитда регионар лимфа тугунларининг патоморфологик ва гистокимёвий жиҳатларини ўрганиш.

Натижа ва муҳокама. Алкоголли панкреатитда регионар лимфа тугунларини иммуногистокимёвий хос хусусиятларини ўрганишда асосий жиҳатлар лимфа тугунларида яллиғланиш, репаратив регенерацияланиш даражаси, қон томирларини морфологик адаптацияси ва макрофагал тизимдаги ўзгаришларни ўрганиш билан хос жиҳатлари очилади.

1-Жадвал

Соғлом ва патологик лимфа тугунларида ИГХ маркерлар экспрессияси (Балл шкаласи)

Маркер	Оғирлик даражаси / Балл	Экспрессия кўрсаткичи (%) ва морфологик тавсифи	Изоҳлар шкаласи
CD3 (Т-лимфоцитлар)	1 балл (Паст)	Экспрессия 10%–25% гача. Паракортикал зонада Т-лимфоцитлар сони бироз ошган.	Енгил яллиғланиш реакцияси, иммун тизимнинг кучсиз фаоллашуви.
	2 балл (Ўрта)	Экспрессия 26%–50% гача. Т-лимфоцитларнинг ўртача пролиферацияси кузатилади.	Ўрта оғирликдаги яллиғланиш ва компенсатор иммун жавоб.

	3 балл (Юқори)	Экспрессия 51% ва ундан юқори. Паракортикал зонанинг кескин кенгайиши ва Т-лимфоцитларнинг ҳаддан ташқари кўпайиши.	Алкоголь-индукциялашган кучли асептик некрозга қарши фаол иммун яллиғланиш жавоби.
CD20 (В-лимфоцитлар)	1 балл (Паст)	Экспрессия 10% гача ёки чекланган лимфоид фолликулалар.	Гуморал иммунитетнинг суст ифодаланиши, сурункали жараёнга ўтиш босқичи.
	2 балл (Ўрта)	Экспрессия 11%–30% гача. Фолликуляр гиперплазия белгилари мавжуд.	Токсинлар таъсирида В-лимфоцитар тизимнинг фаоллашуви ва сурункали тус олиши.
	3 балл (Юқори)	Экспрессия 31% ва ундан юқори. Лимфоид фолликулаларнинг яққол гиперплазияси ва кенйиши.	Гуморал иммунитетнинг кучли кўзғалиши, плазматик ҳужайралар миграциясининг кучайиши.
CD68 (Макрофаглар)	1 балл (Паст)	Экспрессия 25% гача. Синусларда макрофаглар миқдори камайган.	Макрофагал ресурсларнинг етишмаслиги, склеротик ўзгаришлар устунлиги.
	2 балл (Ўрта)	Экспрессия 26%–50% гача. Синусли гистиоцитоз ўртача даражада.	Детрит ва парчаланиш маҳсулотларини тозалаш фаолиятининг мувозанатли ҳолати.
	3 балл (Юқори)	Экспрессия 51%–75% ва ундан юқори. Синусларнинг макрофаглар билан тўлиб тошиши.	Токсик парчаланиш ва некротик элементларни фагоцитоз қилиш жараёнининг жуда фаол кечиши.
CD34 (Эндотелиал ҳужайралар)	1 балл (Паст)	Микроўзан томирлар ўзгармаган, томирлар зичлиги паст (чекланган ангиогенез).	Тўқималарда янги томирлар шаклланишининг сустлиги, сурункали гипоксия фони.
	2 балл (Ўрта)	Томирлар пролиферацияси ва ўртача даражадаги ангиогенез белгилари.	Микроциркуляциянинг бузилиши ва компенсатор томир тармоқларининг кенгайиши.
	3 балл (Юқори)	Массив интюсептив ангиогенез, томирлар эндотелийсининг ҳаддан ташқари кўпайиши.	Яққол яллиғланиш ва гипоксия натижасида кучли неоангиогенез ҳамда томирлар

			ўтказувчанлигининг бузилиши.
--	--	--	---------------------------------

Шкала изоҳлари:

1 балл (Енгил/Паст даража): Иммуни ёки қон томир тизимининг реактивлиги пасайган ёки жараён сурункали, тинч фазага ўтган ҳолатларни билдиради.

2 балл (Ўрта даража): Яллиғланиш ва компенсатор-мослашув жараёнларининг мувозанатли кечаётганини, ҳужайравий ва гуморал ўзгаришларнинг ўртача ифодаланганини кўрсатади.

3 балл (Юқори оғирлик даражаси): Ўткир токсик таъсирлар, кучли асептик некроз, лимфоид фолликулаларнинг ҳаддан ташқари фаоллашуви ва фаол неоангиогенез жараёнлари кетаётганлигини тасдиқлайди.

2-Жадвал

Соғлом ва патологик лимфа тугунларида ИГК маркерлар экспрессиясини солиштириш жадвали

ИГК маркери	Назорат гуруҳи лимфа тугунидаги ҳолати	Алкоголли панкреатитдаги ҳолати	Солиштиришма фарқлари
CD3 (Т- лимфоцитлар)	Паракортикал соҳада меъёра Т- лимфоцитлар асосан паракортикал соҳада жойлашиб, умумий ҳужайраларнинг маълум бир физиологик фоизини ташқил этади (ўртача 10%–20% атрофида зонал чегарада).	Юқори экспрессия (3 баллгача). Паракортикал зонанинг кескин кенгайиши ва Т- лимфоцитларнинг сони ҳаддан ташқари ошиб кетиши кузатилади. (25-35% ни ташқил этади)	Алкоголли панкреатитда токсик- асептик яллиғланишга қарши иммуни тизим фаоллашиб, Т- лимфоцитлар пролиферацияси соғлом ҳолатдагидан сезиларли даражада юқори бўлади.
CD20 (В- лимфоцитлар)	Лимфоид фолликулаларда чекланган. В- лимфоцитлар фақат лимфа тугунининг фолликулалари ва мантикий зоналарида нормал миқдорда жойлашади.	Ўрта ва юқори экспрессия (2–3 балл). Фолликуляр гиперплазия, В- лимфоцитлар зичлигининг ошиши ва плазматик ҳужайралар миграцияси юзага келади.	Соғлом лимфа тугунида гуморал иммуниетет тинч ҳолатда бўлса, патологияда токсинлар (ацетальдегид) таъсирида В-зоналар кенгайиб, ҳужайралар сони ортиб кетади.
CD68 (Макрофаглар)	Синуслар мўътадил миқдорда. Макрофаглар асосан	Юқори экспрессия (3 балл). Синусли гистиоцитоз кучайиб,	Соғлом тўқимада макрофаглар тинч ҳолатда турса,

ва моноцитлар)	синусларда базавий фагоцитар функцияни бажарувчи микдорда учрайди.	макрофаглар некротик детритларни тозалаш учун ҳаддан ташқари кўпаяди.	панкреатитдаги тўқималар некрози сабабли макрофагал реакция кескин кучаяди ва синуслар улар билан тўлиб тошади.
CD34 (Эндотелиал хужайралар)	Физиологик микроциркулятор ўзан. Қон томирлар сони ва эндотелий қавати нормал анатомик зичликка эга бўлиб, янги томирлар шаклланиши (ангиогенез) кузатилмайди.	Юқори экспрессия (3 балл). Массив интюсептив ангиогенез, эндотелиал пролиферация ва томирлар тармоғининг ҳаддан ташқари кенгайиши аниқланади.	Соғлом лимфа туғунида томирлар барқарор бўлади, алкоголли панкреатит ва у келтириб чиқарган гипоксия эса томирларнинг фаол ўсишига (неоангиогенез) ва ўтказувчанлик бузилишига олиб келади.

ХУЛОСА

Алкоғолли панкреатитда алкоғоль интоксикацияси оқибатида ишлаб чиқариладиган цитокинлар CD3 Т-лимфоцитларнинг пролифератив фаоллиги кучайганлиги ва паракортикал соҳаларда жуда кўплаб Т лимфоцитларни турли субпопуляцияларини кўпайганлигини исботлайди.

Тадқиқотда текширилган ҳолатларнинг катта қисмида (92,31%) CD3 маркерининг юқори позитив экспрессияланиши меъда ости безидаги алкоғоль-индукциялашган асептик некрозга қарши кучли яллиғланиш жавоб реакцияси сифатида баҳоланди.

Алкоғолли панкреатитда меъда ости безидан келаётган токсинлар (ацетальдегид) ва яллиғланиш медиаторлари регионар лимфа тугунларида гуморал иммунитет ҳалқасини ишга солиб, CD20+ В-лимфоцитларнинг зичлиги ва сонини кескин оширади. CD20 маркерининг паст ва ўрта позитив экспрессияланиши асосан 32–43 ёшлиларда аниқланиб, бу жараённинг ўткир эмас, балки сурункали тус олганини ҳамда лимфа тугунларида ретикулосклероз жараёнлари кетаётганини тасдиқлайди

Меъда ости безининг токсик шикастланиши ва некрози оқибатида регионар лимфа тугунларида синусли гистиоцитоз кескин кучайиб, CD68+ фаол макрофаглар апоптотик ва некротик таначаларни тозалашда муҳим роль ўйнайди. 55 ёшдан кейинги даврда сурункали алкоғолизмда макрофагал фаолликнинг етишмаслиги лимфа тугунларида склероз жараёнлари ривожланганлигини ҳамда макрофагал ресурсларнинг камайганини кўрсатади.

Алкоғолли панкреатитда яллиғланиш ва гипоксия оқибатида лимфа тугунларида неоангиогенез кескин кучайиб, томирлар эндотелийсининг пролифератив фаоллиги ва массив интюсептив ангиогенез жараёнлари юзага келади. 35–43 ёшли контингентда CD 34 маркерини юқори позитив экспрессияси барча майда калибрли ва капилляр қон томирларда интюсептив ангиогенез жараёни прогрессив равишда кечаётганлигини исботлайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

20. Ивашкин В.Т., Маев И.В., Шифрин О.С. и др. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению хронического панкреатита (проект). Росс. журн. гастроэнтерол., гепатол. и колопроктол. 2013. № 1. С. 66-87.
21. Frulloni L., Falconi M., Gabbriellini A. et al. Italian consensus guidelines for chronic pancreatitis. Dig. Liver. Dis. 2010. V.42. Suppl.6. P. 381-406.
22. Bornman P.C., Botha J.F., Ramos J.M. et al. Guideline for the diagnosis and treatment of chronic pancreatitis. S. Afr. Med. J. 2010. V.100. № 12. Pt 2. P. 847-860.
23. Gubergits N.B., Zagorenko Yu.A. Khronicheskiy alkohol'nyy pankreatit. Gazeta «Novosti meditsiny i farmatsii». Gastroenterologiya. 2007. № 226 /[http:// www.mif-ua.com/archive/article/3977/](http://www.mif-ua.com/archive/article/3977/).
24. Beger H.G., Matsuno S., Cameron J.L. Diseases of the Pancreas. Berlin: Springer Heidelberg, New York. 2008. 949 p.
25. Yamaguchi K. How to define patients at high risk for pancreatic cancer. Pancreatology. 2011. V.11. Suppl. 2. P. 3-6.
26. Косюра С.Д., Ильченко Л.Ю., Сторожаков Г.И. и др. Хронический алкогольный панкреатит: вопросы диагностики и лечения. Consilium Medicum. 2012. № 2. С. 31-35. Kosyura S.D., Il'chenko L.Yu., Storozhakov G.I. i dr. Khronicheskiy alkohol'nyy pankreatit: voprosy diagnostiki i lecheniya. Consilium Medicum. 2012. № 2. S. 31-35.
27. Cote G.A., Yadav D., Slivka A. et al. Alcohol and Smoking as Risk Factors in an Epidemiology Study of Patients with Chronic Pancreatitis. Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2011. V. 9. Suppl. 3. P. 266-273.
28. Balukova Ye.V., Uspenskiy Yu.P. Klinicheskiye vozmozhnosti povysheniya effektivnosti terapii khronicheskogo pankreatita. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2018. № 13. S. 1018-1023.

SUG'ORILADIGAN YERLARDA EKISH USULLARI, MUDDATLARI VA ME'YORLARINING NO'XAT NAVLARI HOSILDORLIGI VA DON SIFATIGA TA'SIRI

Islomov Sarvar Saydullayevich, Malikova Muxlisa Komiljonovna
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri

Annotatsiya. Ushbu maqolada Qashqadaryo viloyatining sug'oriladigan tipik bo'z va o'tloqi-bo'z tuproqlari sharoitida ekish usullari, muddatlari va me'yorlarining no'xatning «O'zbekiston-32», «Yulduz» hamda «Malxotra» navlari hosildorligi, 1000 dona don vazni va don sifatiga ta'siri o'rganilgan. Dala tajribalari natijalari shuni ko'rsatdiki, qator oralig'i 45 sm va gektariga 250 ming dona unuvchan urug' hisobida ekilganda no'xat navlari bo'yicha eng yuqori ko'rsatkichlarga erishildi. Xususan, «Malxotra» navida hosildorlik 29,3 s/ga ni, «Yulduz» navida 1000 dona don vazni 345 g hamda don tarkibidagi oqsil miqdori 24,5 % ni tashkil etdi. Qator oralig'ining 60 sm ga kengaytirilishi hosildorlikning navlar bo'yicha 1,7–2,3 s/ga gacha pasayishiga olib kelishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: sug'oriladigan yerlar, no'xat navlari, ekish sxemasi, ekish me'yori, hosildorlik, 1000 dona don vazni, oqsil miqdori, don sifati.

Аннотация. В данной статье изучено влияние способов, сроков и норм посева на урожайность, массу 1000 семян и качество зерна сортов нута «Узбекистан-32», «Юлдуз» и

«Малхотра» в условиях орошаемых типичных сероземов и лугово-сероземных почв Кашкадарьинской области. Результаты полевых опытов показали, что наилучшие показатели достигаются при междурядье 45 см и норме высева 250 тыс. всхожих семян на гектар. У сорта «Малхотра» урожайность составила 29,3 ц/га, а у сорта «Юлдуз» масса 1000 семян достигла 345 г при содержании белка 24,5 %. Расширение междурядий до 60 см привело к снижению урожайности на 1,7–2,3 ц/га в зависимости от сорта.

Ключевые слова: орошаемые земли, сорта нута, схема посева, норма высева, урожайность, масса 1000 семян, содержание белка, качество зерна.

Abstract. This article examines the effects of sowing methods, timing, and seeding rates on the yield, 1000-grain weight, and quality parameters of chickpea varieties ('Uzbekistan-32', 'Yulduz', and 'Malkhotra') grown under irrigated typical serozem and meadow-serozem soils in the Kashkadarya region. Field experimental data demonstrated that a row spacing of 45 cm combined with a seeding rate of 250 thousand germinable seeds per hectare produced optimal agronomic performance. The 'Malkhotra' variety attained the highest grain yield of 29.3 c/ha, while 'Yulduz' achieved a peak 1000-grain weight of 345 g and a grain protein content of 24.5%. Expanding the row spacing to 60 cm resulted in a yield reduction of 1.7–2.3 c/ha across the examined varieties.

Keywords: irrigated lands, chickpea varieties, row spacing, seeding rate, grain yield, 1000-grain weight, protein content, grain quality.

KIRISH

Bugungi kunda sug'oriladigan va lalmikor maydonlarda yetishtirib kelinayotgan oziq-ovqat mahsulotlarining xavfsizligini oshirish, aholini yuqori sifatli oqsil va vitaminlarga boy bo'lgan mahsulotlar bilan barqaror ta'minlash, chorvachilikning ozuqa bazasini mustahkamlash hamda tuproq unumdorligini oshirish va saqlash qishloq xo'jaligi sohasidagi eng dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Dunyo dehqonchiligida dukkakli don ekinlari, xususan oddiy no'xat (*Cicer arietinum* L.) atmosfera azotini biologik fiksatsiya qilish orqali tuproq unumdorligini oshirishda, inson organizmi uchun zarur bo'lgan to'yimli o'simlik oqsili, muhim aminokislotalar va minerallar manbai sifatida strategik ahamiyat kasb etadi.

O'zbekistonning janubiy hududi, xususan Qashqadaryo viloyati o'ziga xos keskin kontinental quruq iqlim sharoiti, bahor faslining qisqaligi va havo haroratining may oyidan boshlab tez ko'tarilib ketishi bilan ajralib turadi. Sug'oriladigan maydonlarda suv resurslari taqchillashib borayotgan hozirgi davrda no'xatning biologik xususiyatlariga mos keluvchi va qurg'oqchilik stressini kamaytiruvchi maqbul ekish muddatlari, usullari va urug' me'yorlarini ilmiy asosda ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

TADQIQOTNING MAQSADI VA VAZIFALARI

Tadqiqotning asosiy maqsadi Qashqadaryo viloyatining sug'oriladigan tipik bo'z va o'tloqi-bo'z tuproqlari sharoitida no'xatning «O'zbekiston-32», «Yulduz» va «Malkotra» navlarining o'sishi, rivojlanishi, hosildorligi hamda don sifat ko'rsatkichlariga ekish usullari, muddatlari va me'yorlarining ta'sirini aniqlash hamda ishlab chiqarish uchun maqbul agrotexnologik parametrlarni tavsiya etishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilab olindi:

1) No'xat navlarining fenologik rivojlanish fazalari va hosil elementlari shakllanishiga ekish muddatlarining ta'sirini o'rganish;

2) Qator oralig'i (45 va 60 sm) hamda ekish me'yorlarining (200, 250 va 300 ming dona unuvchan urug'/ga) hosil miqdori va 1000 dona don vazniga ta'sirini aniqlash;

3) Don tarkibidagi oqsil miqdori va texnologik ko'rsatkichlar bo'yicha navlararo farqlarni baholash;

4) Olingan natijalarning iqtisodiy samaradorligini tahlil qilish asosida eng optimal agroteknologik yechimlarni ishlab chiqish.

TADQIQOT USLUBLARI

Dala tajribalari Qashqadaryo viloyatining sug'oriladigan tipik bo'z va o'tloqi-bo'z tuproqlari sharoitida o'tkazildi. Dala tajribalarini joylashtirish, fenologik kuzatuvlar, biometrik hisob va tahlillar Butunittifoq O'simlikshunoslik instituti (VIR, 1984) uslubi hamda Qishloq xo'jalik ekinlari navlarini sinash davlat komissiyasi uslubiy qo'llanmalari (1985, 1989) asosida amalga oshirildi. Tajriba ma'lumotlarining matematik-statistik tahlili B.A. Dospexov (1985) uslubi bo'yicha dispersion tahlil usulida bajarildi.

Dala tajribasida 2 ta ekish muddati (erta – fevral oyi oxiri – mart oyi boshlari hamda kechki – mart oyi oxiri), 2 xil ekish sxemasi (qator oralig'i 45 sm va 60 sm) hamda 3 xil ekish me'yori (gektariga 200, 250 va 300 ming dona unuvchan urug' hisobida) qo'llanildi.

TADQIQOT NATIJALARI VA ULARNING TAHLILI

Olib borilgan ko'p yillik kuzatuvlar shuni ko'rsatdiki, ekish muddati no'xatning vegetatsiya davri davomiyligi va hosil elementlari shakllanishiga ta'sir etuvchi eng asosiy omil hisoblanadi. Fevral oyining oxiri va mart oyining boshida ekilgan variantlarda no'xat urug'lari tuproqdagi qishki-bahorgi tabiiy namlik hisobiga to'liq va bir tekis unib chiqdi. Bu muddatda ekilgan o'simliklarning gullash va dukkaklash fazalari havo harorati keskin ko'tarilgunga qadar (may oyining birinchi yarmida) muvaffaqiyatli yakunlandi.

Kechki muddatda (mart oyining oxirida) ekilgan variantlarda esa o'simlikning jadal gullash va dukkaklash davri havo haroratining 32–35 °C dan yuqori bo'lgan issiq kunlariga to'g'ri keldi. Yuqori harorat va havo quruqligi changlanish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatib, dukkaklarda puch donlar sonining 22–25 % gacha ortishiga va hosildorlikning keskin pasayishiga sabab bo'ldi.

Ekish usuli va me'yorlarining no'xat navlari hosildorligi, 1000 dona don vazni hamda don tarkibidagi oqsil miqdoriga ta'siri bo'yicha olingan ko'rsatkichlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Ekish usullari va me'yorlarining no'xat navlari hosildorligi va don sifatiga ta'siri (o'rtacha ko'rsatkichlar)

T/r	Nav nomi	Ekish sxemasi (qator orasi, sm)	Ekish me'yori (ming dona/ga)	1000 dona don vazni (g)	Dondagi oqsil miqdori (%)	Hosildorli k (s/ga)
1	O'zbekiston-32	45	250	295	23.2	26.4
	O'zbekiston-32	60	250	290	22.8	24.1
2	Yulduz	45	250	345	24.5	28.1
	Yulduz	60	250	340	24.5	25.6
3	Malxotra	45	250	315	23.9	29.3
	Malxotra	60	250	310	23.5	27.0

1-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 45 sm qator oralig'ida ekilgan variantlarda barcha navlar bo'yicha eng yuqori agronomik ko'rsatkichlar qayd etildi. «O'zbekiston-32» navida hosildorlik 26,4 s/ga, «Yulduz» navida 28,1 s/ga, «Malxotra» navida esa 29,3 s/ga ni tashkil etdi. Qator oralig'i 60 sm ga kengaytirilganda hosildorlik ko'rsatkichlari mos ravishda 24,1; 25,6 va 27,0 s/ga gacha pasayganligi kuzatildi. Demak, 45 sm qator oralig'i 60 sm ga nisbatan navlarga qarab gektaridan 1,7–2,3 s qo'shimcha hosil olish imkonini berdi.

1000 dona don vazni bo'yicha ham qator oralig'i 45 sm bo'lgan variantda ustunlik qayd etildi. Eng yirik donli ko'rsatkich «Yulduz» navida (345 g) kuzatildi. «Malxotra» navida bu ko'rsatkich 315 g ni, «O'zbekiston-32» navida esa 295 g ni tashkil qildi. Don tarkibidagi oqsil miqdori bo'yicha «Yulduz» navi eng yuqori ko'rsatkichni – 24,5 % ni namoyon qildi va ushbu qiymat ikkala ekish sxemasida ham deyarli barqaror saqlandi. «Malxotra» navida oqsil miqdori 23,5–23,9 %, «O'zbekiston-32» navida esa 22,8–23,2 % oralig'ida bo'ldi.

XULOSA

1. Qashqadaryo viloyatining sug'oriladigan tuproq-iqlim sharoitida no'xat yetishtirishda maqbul ekish muddati fevral oyi oxiri – mart oyining birinchi o'n kunligi hisoblanadi. Ekishning kechikishi gullash va dukkaklash davrining yozgi qurg'oqchilikka to'g'ri kelishiga hamda hosildorlikning keskin pasayishiga olib keladi.

2. Ekish usullari orasida qator oralig'i 45 sm va ekish me'yori gektariga 250 ming dona unuvchan urug' hisobida qo'llanilganda o'simliklarning oziqlanish maydoni optimal shakllanib, 60 sm qator oralig'iga nisbatan 1,7–2,3 s/ga yuqori hosildorlik ta'minlandi.

3. O'rganilgan navlar orasida «Malxotra» navi eng yuqori hosildorlikni (29,3 s/ga), «Yulduz» navi esa eng yuqori 1000 dona don vaznini (345 g) hamda eng yuqori oqsil miqdorini (24,5 %) namoyon etib, Qashqadaryo viloyatining sug'oriladigan maydonlarida yetishtirish uchun tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Qayumov N.Sh., Dilmurodov Sh.D. Yomg'irli hududlar uchun qurg'oqchilikka chidamli no'xat liniyalarining hosildorligi va oqsil miqdorini tahlil qilish // Innovatsiya, integratsiya va ta'lim bo'yicha xalqaro diskurs jurnali. – 2021. – B. 45–49.

2. Oripov R.O., Xalilov N.X. O'simlikshunoslik. – Samarqand, 2025. – 380 b.

3. FAO. The State of Food and Agriculture: Overcoming water challenges in agriculture. – Rome: FAO, 2020. – 188 p.

4. Fayzullaeva D., Kayumov N.Sh., Dilmurodov Sh.D. Lalmikor maydonlar uchun no'xatning ertapishar tizmalari seleksiyasi // Молодой ученый. – 2020. – № 14 (304). – S. 112–115.

5. FAO. FAOSTAT statistical database. – Rome: FAO, 2022. – URL: <https://www.fao.org/faostat>.

6. Dilmurodov Sh., Qayumov N. Qishki no'xatning quruq yerlar uchun mahsuldor liniyalarini tanlash // Pedagogika fanlari shakllanishining nazariy jihatlar. – 2022. – B. 88–92.

7. Malikova M.K. Aniq fanlarni chuqur o'rganishda innovatsion ta'lim texnologiyalaridan foydalanishning ahamiyati // Axborot texnologiyalarini rivojlantirishda ta'lim, fan va innovatsiyalar: muammolar va yechimlar. – Qarshi, 2024. – B. 124–127.

8. Malikova M.K. Application of biological knowledge of school students in practical activity // International Scientific Journal. – 2025. – Vol. 4. – Issue 4. – P. 55–58.

ZARAR YETGAN YONG'OQ MEVALARIDA UCHRAYDIGAN ZAMBURUG'LAR POPULYATSIYASINI MIKROBIOLOGIK O'RGANISH USULLARI

Xolikov Z.B.

Qarshi davlat texnika universiteti

e-mail: xolikovzuxriddin712@gmail.com

Annotatsiya. *Yong'oq mevalarida uchraydigan mikroskopik zamburug'lar populyatsiyasini mikrobiologik o'rganish usullari yoritilgan. Tadqiqotning amaliy qismida zararlangan yong'oq namunalaridan mikrobiologik material olish, oziqa muhitiga ekish, hosil bo'lgan koloniyalarni makroskopik va mikroskopik jihatdan kuzatish hamda ularning uchrash chastotasini aniqlashga e'tibor qaratilgan.*

Namunaviy laboratoriya kuzatuvlarida Aspergillus, Penicillium va Rhizopus guruhlariga xos morfologik belgilar kuzatildi. Tadqiqot natijalari yong'oq mahsulotlarini saqlash sharoitlari va mikrobiologik xavfsizligini baholashda ushbu usullardan foydalanish mumkinligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: *yong'oq, zamburug', mikrobiologiya, zararlanish, mog'or, Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, oziqa muhiti, mikroskop.*

Аннотация. *Освещены методы микробиологического исследования популяций микроскопических грибов, встречающихся в плодах грецкого ореха. В практической части исследования основное внимание уделено отбору микробиологического материала из поражённых образцов орехов, посеву на питательные среды, макроскопическому и микроскопическому изучению сформировавшихся колоний, а также определению частоты их встречаемости.*

В ходе лабораторных наблюдений были выявлены морфологические признаки, характерные для грибов родов Aspergillus, Penicillium и Rhizopus. Результаты исследования показали, что данные методы могут быть использованы для оценки условий хранения ореховой продукции и её микробиологической безопасности.

Ключевые слова: *грецкий орех, грибы, микробиология, поражение, плесень, Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, питательная среда, микроскоп.*

Abstract. *The methods used for the microbiological investigation of microscopic fungal populations occurring in walnut fruits are described. In the practical part of the study, particular attention was paid to collecting microbiological material from infected walnut samples, inoculating the samples onto nutrient media, conducting macroscopic and microscopic observations of the developed colonies, and determining their frequency of occurrence. Laboratory observations revealed morphological characteristics typical of the genera Aspergillus, Penicillium, and Rhizopus. The results of the study indicated that these methods can be applied to assess walnut storage conditions and the microbiological safety of walnut products.*

Keywords: *walnut, fungi, microbiology, contamination, mold, Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, nutrient medium, microscope.*

Kirish. *Yong'oq (Juglans regia L.) oziqaviy qiymati yuqori bo'lgan meva mahsulotlaridan biridir. Uning tarkibida oqsil, yog', uglevodlar, vitaminlar va mineral moddalar mavjud. Shu bilan*

birga, saqlash sharoitlari talabga javob bermaganda yong‘oq mevalarida turli mikroorganizmlar, ayniqsa mog‘or zamburug‘lari rivojlanishi mumkin. Yong‘oqning zararlanishi uning tashqi ko‘rinishi va sifatining o‘zgarishiga olib keladi. Ayrim zamburug‘lar oziq-ovqat mahsulotlarida mikotoksinlar hosil qilishi mumkinligi sababli ularni aniqlash muhim sanitariya-gigiyenik vazifalardan biridir.

Shu sababli zararlangan yong‘oq mevalarida uchraydigan zamburug‘larni mikrobiologik usullar yordamida o‘rganish mahsulotning sifatini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot maqsadi: Zararlangan yong‘oq mevalarida uchraydigan zamburug‘larni mikrobiologik usullar yordamida aniqlash, ularning kolonial va mikroskopik belgilarini o‘rganish hamda populyatsion tarkibini raqamli ko‘rsatkichlar asosida baholash.

Material va metodlar: Tadqiqotning amaliy qismida **20 dona zararlangan yong‘oq mevasi** namunaviy material sifatida olindi. Namunalar tashqi ko‘rinishiga ko‘ra yengil, o‘rtacha va kuchli zararlangan guruhlariga ajratildi.



1-rasm: Zararlangan yong‘oq namunalarining puchoq va mag‘izlari.

Tadqiqotda foydalanilgan yong‘oq namunalarining baholash miqdorlari (foizlarda)

1-jadval.

Zararlanish darajasi	Namunalar soni	Umumiy namunaga nisbati
Yengil	6	30 %
O‘rtacha	8	40 %
Kuchli	6	30 %
Jami	20	100 %

Laboratoriya ishining asosiy bosqichlari quyidagicha tashkil etildi:

1-bosqich — namuna olish. Yong‘oqning zararlangan qismidan mikrobiologik tekshiruv uchun namuna olindi.

2-bosqich — ekish. Olingan material tegishli zamburug‘larni o‘stirish uchun mo‘ljallangan oziqa muhitiga ekildi. Barcha ishlar aseptik sharoitda bajarilishi kerak.

3-bosqich — kuzatish. O‘sinh jarayonida hosil bo‘lgan koloniyalarning rangi, shakli, yuzasi va zichligi kuzatildi.

4-bosqich — mikroskopik tekshiruv. Hosil bo‘lgan koloniyalardan tayyorlangan preparatlar mikroskop yordamida ko‘rib chiqilib, mitseliy va sporali tuzilmalarning xususiyatlari qayd etildi.

5-bosqich — hisoblash. Turli morfotiplarga mansub koloniyalar soni hisoblanib, ularning umumiy populyatsiyadagi nisbiy ulushi aniqlandi.

Laboratoriya kuzatuvlari: Namunaviy tajribada yong‘oq namunalaridan hosil bo‘lgan koloniyalar tashqi ko‘rinishiga ko‘ra bir necha morfotiplarga ajratildi.

Zamburug' koloniyalarining namunaviy laboratoriya kuzatuvlari

2-jadval.

№	Morfotip	Koloniya rangi	Tashqi ko'rinishi	Dastlabki taxminiy guruh
1	I	Yashil-qoramtir	Kukunsimon	<i>Aspergillus</i> spp.
2	II	Ko'kimtir-yashil	Baxmalsimon	<i>Penicillium</i> spp.
3	III	Oq-kulrang	Paxtasimon	<i>Rhizopus</i> spp.
4	IV	Och yashil	Silliqroq	Boshqa mog'orlar

Mikroskopik kuzatuvda zamburug'larning mitseliylari va sporali tuzilmalari mavjudligi qayd etildi. Morfologik belgilar asosida koloniyalar dastlabki guruhlariga ajratildi.

Natijalar va ularning tahlili. Namunaviy laboratoriya hisob-kitoblariga ko'ra, 20 ta yong'oq namunasining 15 tasida *Aspergillus* guruhiga xos koloniya, 11 tasida *Penicillium*, 7 tasida *Rhizopus* va 5 tasida boshqa mog'or zamburug'lariga xos belgilar kuzatildi.

Zamburug'larning uchrash chastotasi

3-jadval.

Zamburug' guruhi	Musbat namunalar soni	Uchrash chastotasi
<i>Aspergillus</i> spp.	15	75 %
<i>Penicillium</i> spp.	11	55 %
<i>Rhizopus</i> spp.	7	35 %
Boshqa mog'orlar	5	25 %

Uchrash chastotasi quyidagi formula yordamida hisoblandi:

$$P = n / N \times 100$$

Bu yerda:

- **P** — zamburug'ning uchrash chastotasi, %;
- **n** — zamburug' aniqlangan namunalar soni;
- **N** — jami tekshirilgan namunalar soni.

Masalan, *Aspergillus* uchun:

$$P = 15 / 20 \times 100 = 75 \, \%.$$

Demak, namunaviy natijada tekshirilgan yong'oqlarning 75 foizida *Aspergillus* guruhiga mansub zamburug'lar aniqlandi.

Namunaviy koloniyalar sonining taqsimlanishi

4-jadval.

Zamburug' guruhi	Koloniyalar soni	Umumiy koloniyalardagi ulushi
<i>Aspergillus</i> spp.	46	46 %
<i>Penicillium</i> spp.	31	31 %
<i>Rhizopus</i> spp.	15	15 %
Boshqa mog'orlar	8	8 %

Zamburug' guruhi	Koloniylar soni	Umumiy koloniyalardagi ulushi
Jami	100	100 %

Ushbu namunaviy hisoblashda jami 100 ta koloniya shartli ravishda hisobga olinib, ularning 46 tasi *Aspergillus*, 31 tasi *Penicillium*, 15 tasi *Rhizopus* va 8 tasi boshqa mog'or zamburug'lariga tegishli deb olindi.

Muhokama. Laboratoriya kuzatuvlari zararlangan yong'oq mevalarida zamburug'larning bir nechta guruhlari birgalikda uchrashi mumkinligini ko'rsatadi. Koloniyalarning rangi va tuzilishi hamda mikroskopik belgilaridagi farqlar ularni dastlabki guruhlarga ajratish imkonini beradi.

Namunaviy natijalarda *Aspergillus* guruhining uchrash chastotasi boshqa guruhlarga nisbatan yuqori bo'ldi. Bunga yong'oqning saqlash sharoiti, namligi va zararlangan meva to'qimalarining mavjudligi ta'sir qilishi mumkin.

Biroq faqat tashqi va mikroskopik belgilar asosida zamburug'ni aniq tur darajasida aniqlash har doim ham yetarli emas. Zarur hollarda identifikatsiya molekulyar-genetik usullar bilan tasdiqlanishi lozim.

Xulosa. O'tkazilgan namunaviy laboratoriya tadqiqoti asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin. Zararlangan yong'oq mevalarida turli xil mog'or zamburug'lari rivojlanishi mumkin. Zamburug'larni o'rganishda namuna olish, oziqa muhitiga ekish, koloniyalarni kuzatish va mikroskopik tekshirish samarali mikrobiologik yondashuv hisoblanadi. Namunaviy natijalarda *Aspergillus* spp. 75 %, *Penicillium* spp. 55 %, *Rhizopus* spp. 35 % va boshqa mog'orlar 25 % uchrash chastotasini ko'rsatdi. Shartli ravishda hisoblangan 100 ta koloniyaning 46 % ini *Aspergillus*, 31 % ini *Penicillium*, 15 % ini *Rhizopus* va 8 % ini boshqa mog'orlar tashkil etdi. Zararlangan yong'oqlarda zamburug'lar rivojlanishini kamaytirish uchun saqlash vaqtida namlik, harorat, shamollatish va sanitariya sharoitlarini nazorat qilish muhimdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pitt J.I., Hocking A.D. Fungi and Food Spoilage. Springer.
2. Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C. Introduction to Food- and Airborne Fungi.
3. Умурзаков Э.У., Пўлатов О.А., Абдуллаев К.Т. Грек ёнғоғи (*Juglans regia* L.). Монография. - Самарқанд. 2023. 131-152 б.
4. Abdutolibov M.Z., Xo'jamshukurov N.A., Maksumxodjayeva K.S., Kuchkarova D.X., Alvina Farooqui., Tripath Gyanendra., Xoliqov Z.B. Muqobil biologik o'g'itlardan (zoogumus) foydalanish istiqbollari. Qo'qon davlat pedagogika institute ilmiy xabarlar, 2025-yil 8-son, A seriya. 278-288 b.
5. «Изучение состава и свойств плодов и масла грецкого ореха, произрастающего на территории Кыргызской Республики для использования его в составе натуральных спредов (как один из компонентов школьных завтраков)». г. Бишкек – 2020. 29-34 с.
6. Xolikov Z.B. Xo'jamshukurov N.A. Yong'oq daraxti bakterioz kasalligini biologik usullar asosida boshqarish istiqbollari. "Dorivor o'simliklarni yetishtirish va ulardan foydalanishning dolzarb masalalari" mavzusidagi O'zbekiston – Xitoy xalqaro simpoziumi materiallari to'plami. 18-19-iyun 2026, Toshkent. 703-705 b.

7. Batyr Achilovich Hasanov, Asqar Asadullaevich Safarov and Fozil Mukhammadievich Boyjigitov. Fungal Diseases of Persian Walnut in Uzbekistan and their Control. Indian Ind. J. Pure App. Biosci. (2019) “p.327-334”

ЗНАЧЕНИЕ РЫБ ВОДОЁМОВ БАССЕЙНА РЕКИ КАШКАДАРЬИ

Убайдуллаев Отабек Хайрулло угли

соискатель Каршинского государственного университета

ассистент, Университет экономики и педагогики

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы морфометрические, биологические и пищевые показатели экономически значимых видов рыб, распространённых в водоёмах бассейна реки Кашкадарья. Материалы исследования собраны в 2022–2025 годах в бассейне реки Кашкадарья, включая Пачкамарское и Чимкурганское водохранилища и участки реки, в ходе маршрутных исследований протяжённостью более 250 км. На основе около 300 образцов рыб оценены масса тела, длина, высота и обхват тела, размеры головы, коэффициент упитанности Фултона, Quality index и Fleshy index. Выявлены морфометрические различия между видами *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella* и *S. lucioperca*. *H. nobilis* показал высокие значения массы тела, длины, обхвата тела и индекса мясистой.

Ключевые слова: река Кашкадарья; ихтиофауна; рыбы; морфометрические показатели; коэффициент Фултона; индекс упитанности; качество мяса; пищевая ценность; рыбное хозяйство.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada Qashqadaryo daryosi suv havzalarida tarqalgan iqtisodiy ahamiyatga ega baliq turlarining morfometrik, biologik va oziqaviy ko'rsatkichlari tahlil qilingan. Tadqiqot materiallari 2022–2025-yillarda Qashqadaryo daryosi havzasining Pachkamar va Chimqo'rg'on suv omborlari hamda daryo uchastkalaridan, 250 km dan ortiq marshrut tadqiqotlari davomida to'plangan. 300 ga yaqin baliq namunasi asosida tana massasi, uzunligi, tana balandligi, tana aylanasi, bosh o'lchamlari, Fulton holat koeffitsiyenti, Quality index va Fleshy index ko'rsatkichlari baholangan. *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella* va *S. lucioperca* turlari o'rtasida morfometrik farqlar aniqlangan. *H. nobilis* tana massasi, uzunligi, tana aylanasi va go'shtdorlik indeksi bo'yicha yuqori natijalarni ko'rsatgan.

Kalit so'zlar: Qashqadaryo daryosi; ixtiofauna; baliqlar; morfometrik ko'rsatkichlar; Fulton koeffitsiyenti; holat indeksi; go'sht sifati; oziqaviy qiymat; baliqchilik.

ANNOTATION

The article analyzes morphometric, biological, and nutritional characteristics of economically important fish species distributed in the Kashkadarya River basin. Materials were collected in 2022–2025 in the Kashkadarya basin, including Pachkamar and Chimkurgan reservoirs and river sections, during route surveys covering more than 250 km. Approximately 300 fish specimens were examined for body weight, length, body height and circumference, head dimensions, Fulton condition factor, Quality index, and Fleshy index. Morphometric differences were identified among *S. glanis*, *C.*

carpio, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*, and *S. lucioperca*. *H. nobilis* showed high body weight, length, circumference, and fleshy index values.

Key words: Kashkadarya River; ichthyofauna; fish; morphometric characteristics; Fulton condition factor; condition index; meat quality; nutritional value; fisheries.

INTRODUCTION

The Kashkadarya River basin is one of the important natural aquatic ecosystems in southern Uzbekistan and plays a significant role in supplying the local population with fish products and in developing inland fisheries. Fish morphometric characteristics, particularly body length, body weight, length–weight relationships, and condition indices, are important biological indicators for assessing the biological status of aquatic ecosystems and the growth characteristics of fish populations. These parameters make it possible to characterize fish growth rates, body structure, feeding status, and physiological condition, as well as to comparatively assess the overall condition of populations [1; 2; 3].

This study examined the principal morphometric characteristics of the economically important fish species *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*, and *S. lucioperca* captured in the Kashkadarya River basin. The results revealed pronounced differences among species in body structure, growth intensity, and economic importance.

MATERIALS AND METHODS

Materials for studying the ichthyofauna, ecology, and significance of the water bodies of the Kashkadarya River basin were collected during 2022–2025. Field sampling was conducted primarily during expeditions to the Pachkamar and Chimbkurgan reservoirs and other water bodies of the Kashkadarya River basin, with route surveys covering more than 250 km (Figure 1).

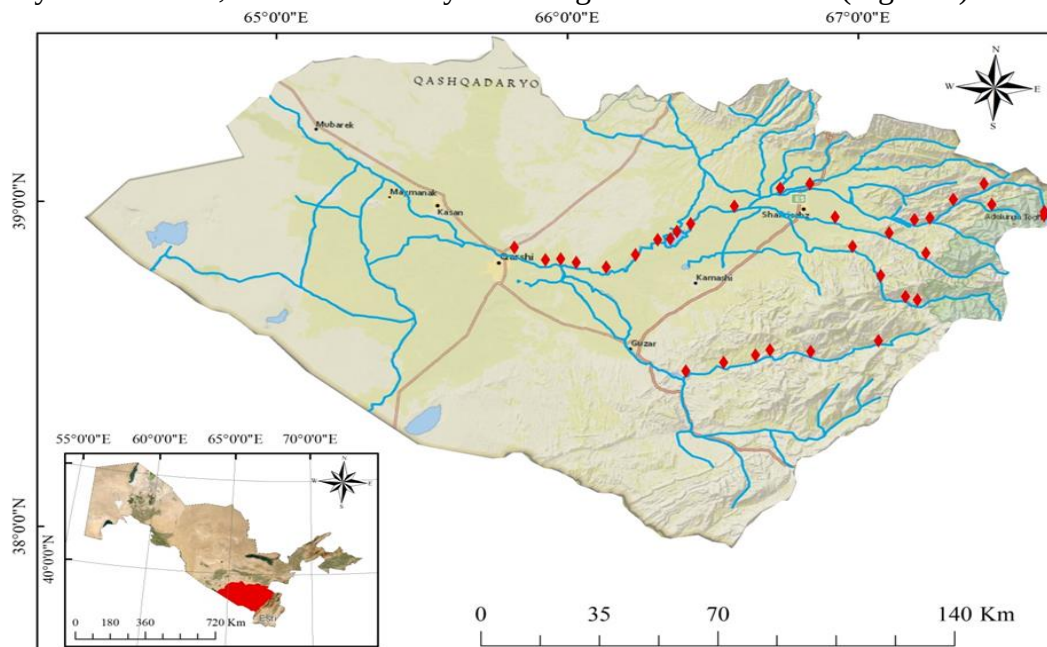


Figure 1. Sampling sites for ichthyological materials.

Various fishing gears were used to collect ichthyological material. In reservoirs, gill nets with mesh sizes of 15–70 mm and lengths of 25–50 m, as well as seine nets, were used. Small-mesh dip

nets were employed for collecting juvenile fish, while seine nets and hooks were used in river sections. In addition, fish specimens caught by local fishermen were also examined [4; 5].

Approximately 300 specimens were examined. Fish morphometric parameters were determined under field conditions, whereas small, non-commercially important specimens were fixed in 4% formalin and subsequently examined in the laboratory using generally accepted methods [6].

For morphometric characteristics such as body mass, body length, body height, and body circumference, the arithmetic mean and its error were calculated using the following formulas:

$$M = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (1)$$

Where:

M – arithmetic mean of the measured characteristic,

$\sum$ – summation symbol,

$x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n$ – individual values of the measured characteristic,

n – number of observations.

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (2)$$

Where:

m – error of the arithmetic mean,

σ – standard deviation,

n – number of observations.

The Fulton condition factor (K) was calculated as follows:

$$K = (100 \times W) / L^3 \quad (3)$$

Where: K – fish condition factor; W – body mass (g); L – total body length (cm).

RESULTS AND DISCUSSION

Body weight is one of the principal parameters reflecting the capacity of fish to accumulate biomass. According to the study results, the highest body weight was recorded in *H. nobilis* (810 ± 14.3 g), followed by *C. idella* (790 ± 12.4 g), *S. glanis* (760 ± 8.71 g), and *H. molitrix* (730 ± 11.6 g). In contrast, body weight was comparatively lower in *C. carpio* (580 ± 9 g) and *S. lucioperca* (560 ± 7.2 g).

These results can be explained by biological differences among the species. *H. nobilis* and *C. idella* are naturally fast-growing fish that can accumulate substantial biomass within a relatively short period under conditions of adequate food availability. This makes them economically important species for fisheries. In particular, the formation of relatively high body mass through natural food resources under riverine conditions may indicate their adaptation to the Kashkadarya basin.

A similar trend was observed for body length. The greatest body length was recorded in *H. nobilis* (46.3 ± 0.87 cm), followed by *C. idella* (45.1 ± 0.72 cm), *H. molitrix* (44.2 ± 0.83 cm), and *S. glanis* (42.8 ± 1.2 cm). The shortest body length was observed in *S. lucioperca* (34.7 ± 0.83 cm).

The correspondence between body length and body weight may indicate normal ontogenetic development. In particular, a proportional increase in body weight with increasing body length may

suggest that food resources in the Kashkadarya River are sufficient to support the growth of these species.

Body circumference is also an important parameter for assessing body condition and muscular development in fish. The highest value for this parameter was again recorded in *H. nobilis* (30.09 ± 0.72 cm). The body of this species was found to be considerably deeper and more robust than that of the other species. A greater body circumference generally reflects well-developed muscle and adipose tissues; therefore, this species may have a relatively high proportion of boneless edible flesh.

H. molitrix (27.40 ± 0.63 cm) and *C. idella* (25.25 ± 0.68 cm) also exhibited relatively high body circumference values. In *S. lucioperca*, body circumference was the lowest (16.65 ± 0.29 cm). However, because this species naturally has an elongated and relatively slender body shape, this value can be regarded as biologically consistent with its morphology.

Head length and head height are important morphological characteristics describing fish feeding biology. According to the study results, the greatest head length was recorded in *H. nobilis* (14.35 ± 0.22 cm), whereas the smallest was observed in *C. carpio* (8.76 ± 0.15 cm). A similar pattern was observed for head height.

This pattern may reflect the development of a head apparatus adapted to filter feeding. A larger head size is associated with a more extensive branchial apparatus and a developed filtration surface, which can facilitate efficient utilization of natural plankton resources.

H. nobilis also showed the highest body height (14.12 ± 0.18 cm). Its body is deeper than those of the other species, indicating well-developed muscular mass. Although body height was lower in *S. glanis* and *S. lucioperca*, their elongated body form represents a morphological characteristic associated with an active predatory lifestyle.

The condition index is one of the important indicators used to assess feeding efficiency and the general physical condition of fish. The Fulton condition factor, one of the most widely used approaches for expressing condition, was calculated. The highest values were recorded for *S. lucioperca* (1.34) and *C. carpio* (1.19). These results suggest that pike-perch and common carp were well nourished under natural conditions and had relatively high body condition.

In contrast, the index was comparatively lower in *H. nobilis* (0.90 ± 0.025) and *H. molitrix* (0.94 ± 0.026). However, this does not necessarily indicate poor feeding. Because these species have relatively elongated and large bodies, their condition factor may naturally be lower.

The highest value for the Quality index, which characterizes meat quality, was recorded in *S. lucioperca* (2.08). The meat of pike-perch is characterized in the study as low in fat, white in color, and fine-fibred, with high consumer demand; therefore, this result is consistent with its high market value.

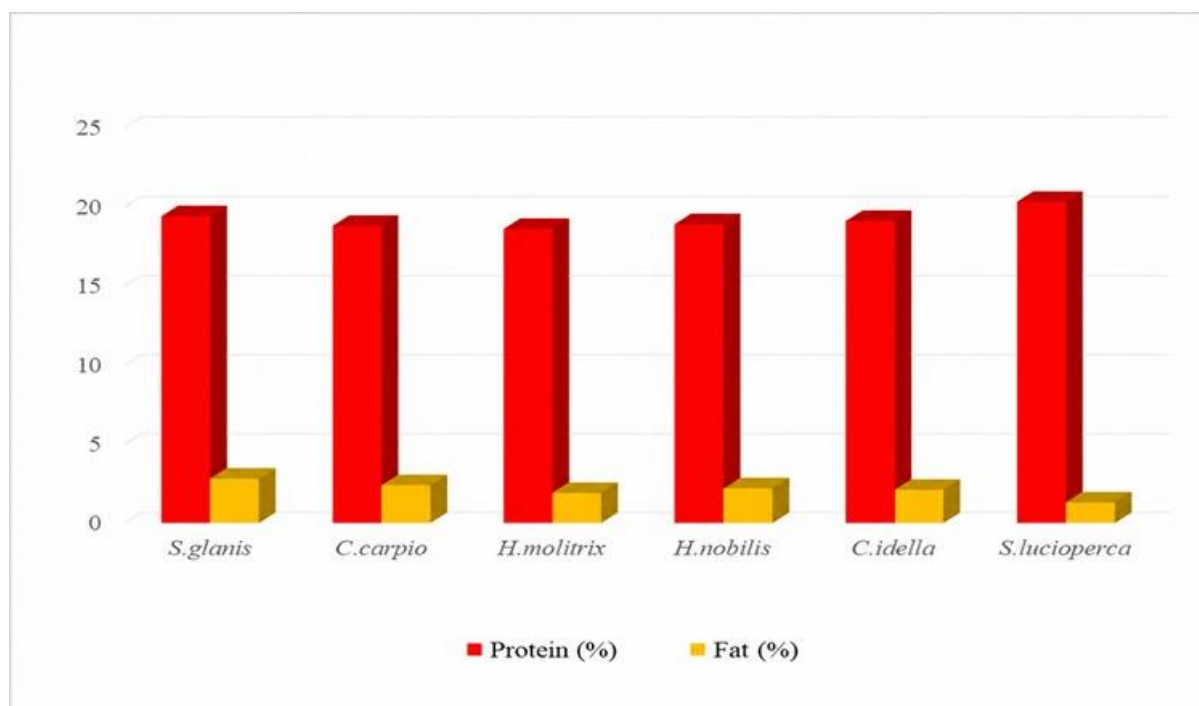


Figure 2. Meat composition of selected economically important fish species.

For the Fleshy index, *H. nobilis* showed the highest value (0.31). This indicates well-developed muscle tissue and a relatively high proportion of edible material. It was followed by *S. lucioperca* (0.27) and *H. molitrix* (0.26). These findings indicate that these species may be promising for fish-processing applications.

Analysis of the meat composition of fish species caught in the Kashkadarya River demonstrated their high nutritional and economic value. According to the study results, protein content in all species ranged from 18.5 to 20.5%, with the highest value recorded in *S. lucioperca*. This indicates the high biological value of pike-perch meat and its potential as a dietary food product. Fat content ranged from 1.5 to 3.0%, with the highest value recorded in *S. glanis* and the lowest in *S. lucioperca*. The relatively higher fat content of *S. glanis* increases its energy value, whereas the low-fat, protein-rich meat of *S. lucioperca* is characterized in the study as a high-quality food product.

The balanced protein and fat content observed in *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. carpio*, and *C. idella* indicates their high nutritional value. Overall, the findings confirm that fish from the Kashkadarya River represent a source of high-quality protein and have important economic significance for supporting food security and developing fisheries in the region.

CONCLUSION

As a result of studies conducted in the water bodies of the Kashkadarya River basin during 2022–2025, the morphometric, condition, and nutritional characteristics of the economically important species *S. glanis*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*, and *S. lucioperca* were examined. The surveys covered more than 250 km of routes, and approximately 300 fish specimens were analyzed. *H. nobilis* demonstrated high values for body weight, body length, body

circumference, and the Fleishy index. *S. lucioperca* showed high values for the Fulton condition factor and meat quality. Protein content in fish meat ranged from 18.5 to 20.5%, whereas fat content ranged from 1.5 to 3.0%.

Overall, the results demonstrate that fish species in the Kashkadarya basin differ in their biological characteristics, nutritional value, and economic importance. The obtained data provide an important scientific basis for assessing the fisheries potential of the basin and for its effective utilization.

REFERENCES

1. Bolger T., Connolly P. L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition // Journal of Fish Biology. — 1989. — Vol. 34, No. 2. — P. 171–182. — DOI: 10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x.
2. Azamov O., Khalimov S., Gulomov S., Komilova D., Kayumova Y., Rakhmonov M., Abdulatipova S., Gafurova O., Komilova K., Asrolova M., Urmonova D., Sheraliev B. Length-weight relationships and condition factor of 30 species from the Upper Syr Darya drainage, Uzbekistan // Turkish Journal of Zoology. — 2024. — Vol. 48, No. 7. — P. 685–691. — DOI: 10.55730/1300-0179.3206.
3. Froese R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations // Journal of Applied Ichthyology. — 2006. — Vol. 22, No. 4. — P. 241–253. — DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.
4. Қуватов А.Қ. Чирчиқ дарёси сув ҳавзаларининг ихтиофаунаси: биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. – Тошкент, 2022. – 142 б.
5. Атамуратова М.Ш. Оҳангарон дарёси сув ҳавзаларининг ихтиофаунаси: биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. – Тошкент, 2021. – 112 б.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 б.

HAYOTIY FAOLIYAT XAVFSIZLIGI FANIDA BAXTSIZ HODISALARDA BIRINCHI YORDAM KO'RSATISH VA FAVQULODDA VAZIYATLARDA O'RNI VA AHAMIYATI

Nurmanova Maxfuza Urozovna

Iqtisodiyot va Pedagogika Universiteti Samarqand Kampusi dotsenti (PhD)
O'zbekiston

ANNOTATSIYA

Mazkur maqolada hayotiy faoliyat xavfsizligi fanida baxtsiz hodisalarda birinchi yordam ko'rsatishning o'rni va favqulodda vaziyatlarda tutgan ahamiyati tadqiq qilingan. Birinchi yordamning nazariy asoslari, uni ko'rsatish tamoyillari hamda "omon qolish zanjiri" tushunchasi tahlil qilingan. Turli baxtsiz hodisalar (yurak faoliyati to'xtashi, qon ketish, nafas yo'llari tiqilishi, kuyish, zaharlanish, cho'kish) bo'yicha o'z vaqtida ko'rsatilgan birinchi yordamning omon qolish darajasiga ta'siri statistik ma'lumotlar, grafik va sxematik tasvirlar asosida yoritilgan. Tadqiqotda 2010-2025-yillar oralig'ida aholining birinchi yordam ko'nikmalari darajasi va kechiktirilgan yordam oqibatidagi o'lim darajasi dinamikasi qiyosiy o'rganilgan. Natijalar aholi orasida birinchi yordam ko'nikmalarini keng targ'ib qilish inson hayotini saqlab qolish imkoniyatlarini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: hayotiy faoliyat xavfsizligi; birinchi yordam; baxtsiz hodisalar; favqulodda vaziyatlar; omon qolish zanjiri; yurak-o'pka reanimatsiyasi; qon ketishni to'xtatish; shoshilinch tibbiy yordam.

АННОТАЦИЯ

В данной статье исследуется роль и значение оказания первой помощи при несчастных случаях и в чрезвычайных ситуациях в рамках науки о безопасности жизнедеятельности. Проанализированы теоретические основы первой помощи, принципы её оказания, а также понятие «цепочки выживания». На основе статистических данных, графиков и схематических изображений раскрыто влияние своевременно оказанной первой помощи на уровень выживаемости при различных несчастных случаях (остановка сердечной деятельности, кровотечение, обструкция дыхательных путей, ожоги, отравления, утопление). В исследовании сравнительно изучена динамика уровня владения населением навыками первой помощи и уровня смертности вследствие несвоевременной помощи за 2010-2025 годы. Результаты показывают, что широкая пропаганда навыков первой помощи среди населения существенно повышает возможности сохранения жизни человека.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности; первая помощь; несчастные случаи; чрезвычайные ситуации; цепочка выживания; сердечно-лёгочная реанимация; остановка кровотечения; неотложная медицинская помощь.

ABSTRACT

This article investigates the role and significance of first aid provision in accidents and emergency situations within the framework of life safety science. The theoretical foundations of first aid, the principles of its provision, and the concept of the "chain of survival" are analyzed. Based on statistical data, charts, and schematic diagrams, the impact of timely first aid on survival rates in various accidents (cardiac arrest, bleeding, airway obstruction, burns, poisoning, drowning) is examined. The study comparatively analyzes the dynamics of the population's first aid skill levels and mortality rates due to delayed assistance over the period 2010-2025. The results demonstrate that widespread promotion of first aid skills among the population significantly increases the chances of saving human life.

Keywords: life safety; first aid; accidents; emergencies; chain of survival; cardiopulmonary resuscitation; bleeding control; emergency medical care.

KIRISH

Zamonaviy jamiyatda baxtsiz hodisalar va favqulodda vaziyatlar inson hayoti va sog'lig'iga tahdid soluvchi eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Yo'l-transport hodisalari, uy-ro'zg'or jarohatlari, tabiiy ofatlar, sanoat avariylari va boshqa turdagi kutilmagan hodisalar natijasida yuzaga keladigan jarohatlar ko'pincha shifokorlar yetib kelgunga qadar bo'lgan dastlabki daqiqalarda ko'rsatiladigan yordamning sifati va tezligiga bog'liq bo'ladi. Aynan shu bois hayotiy faoliyat xavfsizligi fanida birinchi yordam ko'rsatish mavzusi alohida o'rin egallaydi.

Xalqaro tibbiyot statistikasi va Butunjahon Sog'liqni Saqlash Tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, baxtsiz hodisalar natijasida yuz beradigan o'lim holatlarining sezilarli qismini o'z vaqtida va to'g'ri ko'rsatilgan birinchi yordam yordamida oldini olish mumkin. Ayniqsa, yurak faoliyatining to'satdan

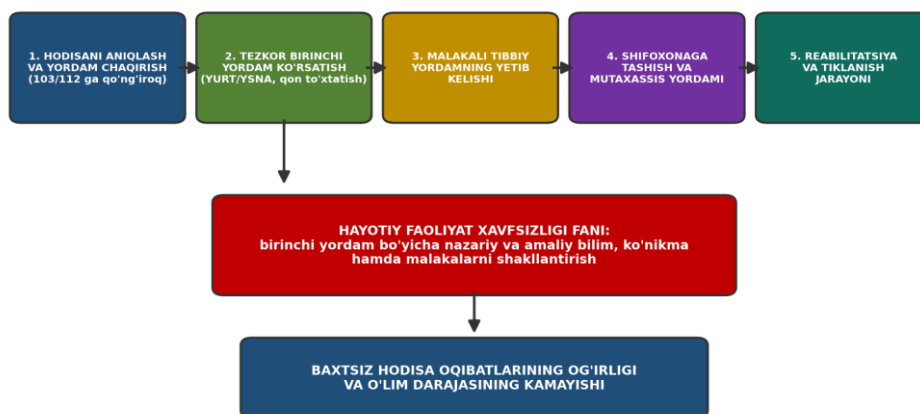
to'xtashi, kuchli qon ketish va nafas yo'llarining tiqilishi kabi holatlarda birinchi daqiqalar - hayot va o'lim o'rtasidagi hal qiluvchi vaqt oralig'i hisoblanadi. Shu sababli, aholining, xususan, yoshlarning birinchi yordam ko'rsatish bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi nafaqat shaxsiy, balki umummilliy xavfsizlik masalasi darajasiga ko'tarilgan.

Mazkur tadqiqotning maqsadi - hayotiy faoliyat xavfsizligi fanida birinchi yordam ko'rsatishning nazariy-uslubiy asoslarini yoritish hamda uning baxtsiz hodisalar va favqulodda vaziyatlardagi o'rni va ahamiyatini statistik-tahliliy usullar, jumladan, grafik va sxematik vositalar yordamida asoslashdan iborat. Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat: birinchi yordam tushunchasi va "omon qolish zanjiri" g'oyasini tahlil qilish; turli baxtsiz hodisalarda o'z vaqtida ko'rsatilgan yordamning omon qolish darajasiga ta'sirini o'rganish; aholining birinchi yordam ko'nikmalari darajasi dinamikasini tahlil qilish va tegishli xulosalar chiqarish.

ASOSIY QISM

1. Birinchi yordam tushunchasi va "omon qolish zanjiri" g'oyasi. Birinchi yordam - bu tibbiy ma'lumotga ega bo'lmagan yoki maxsus tayyorgarlik ko'rgan shaxs tomonidan baxtsiz hodisa yoki to'satdan kasallanish yuz berganda, malakali tibbiy yordam yetib kelgunga qadar jabrlanuvchi hayotini saqlab qolish va holatini yengillashtirish maqsadida ko'rsatiladigan dastlabki chora-tadbirlar majmuidir. Zamonaviy tibbiyot va HFX fanida birinchi yordamning samaradorligi "omon qolish zanjiri" (chain of survival) tushunchasi orqali izohlanadi, unga ko'ra baxtsiz hodisadan keyingi har bir bosqichning o'z vaqtida va sifatli bajarilishi yakuniy natijaga bevosita ta'sir ko'rsatadi (1-rasm).

Favqulodda vaziyat va baxtsiz hodisalarda "omon qolish zanjiri" da birinchi yordamning o'rni

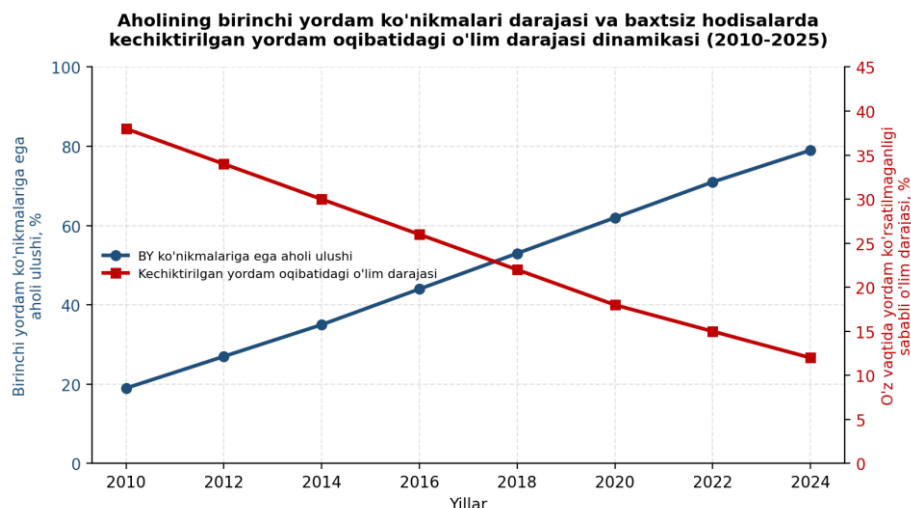


1-rasm. Favqulodda vaziyat va baxtsiz hodisalarda "omon qolish zanjiri"da birinchi yordamning o'rni

Sxemadan ko'rinib turibdiki, zanjirning ikkinchi bosqichi - tezkor birinchi yordam ko'rsatish - alohida ahamiyatga ega, chunki aynan shu bosqichda hayotiy faoliyat xavfsizligi fani doirasida shakllantirilgan bilim, ko'nikma va malakalar amaliy jihatdan namoyon bo'ladi. Zanjirning istalgan bo'g'inida kechikish yoki xato yuzaga kelsa, bu baxtsiz hodisa oqibatlarining og'irlashishiga va o'lim xavfining ortishiga olib keladi.

2. Aholining birinchi yordam ko'nikmalari darajasi va uning o'lim ko'rsatkichlariga ta'siri

So'nggi o'n besh yil davomida ko'plab mamlakatlarda, jumladan O'zbekistonda ham, aholi orasida birinchi yordam ko'rsatish bo'yicha bilim va ko'nikmalarni oshirishga qaratilgan davlat dasturlari va ta'lim tashabbuslari amalga oshirilmoqda. Bunday tashabbuslarning natijasi 2-rasmda aks ettirilgan bo'lib, unda aholining birinchi yordam ko'nikmalariga ega ulushi hamda o'z vaqtida yordam ko'rsatilmaganligi sababli yuzaga kelgan o'lim darajasining o'zaro teskari bog'liqligi ko'rsatilgan.

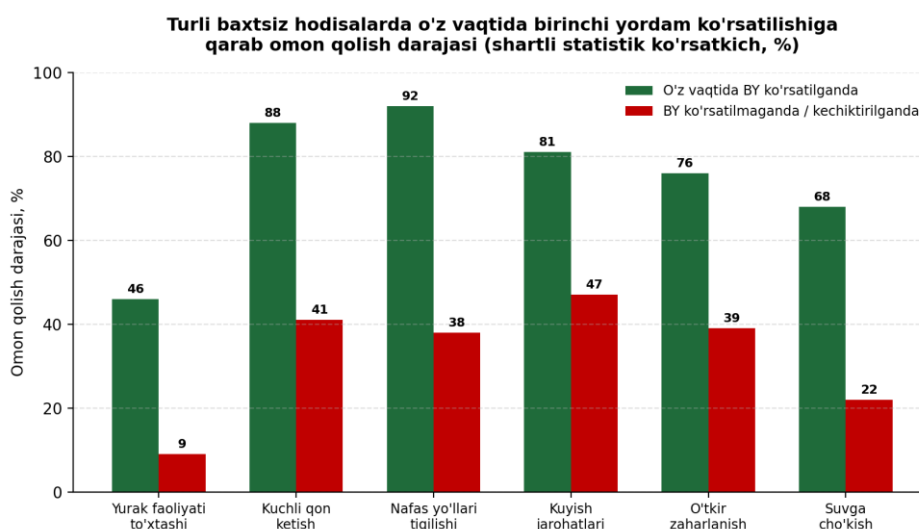


2-rasm. Aholining birinchi yordam ko'nikmalari darajasi va kechiktirilgan yordam oqibatidagi o'lim darajasi dinamikasi (2010-2025)

Grafik ma'lumotlaridan ko'rinadiki, 2010-yilda birinchi yordam ko'nikmalariga ega aholi ulushi atigi 19 foizni tashkil etgan bo'lsa, 2024-yilga kelib bu ko'rsatkich 79 foizga yetgan. Shu bilan bir vaqtda, o'z vaqtida yordam ko'rsatilmaganligi sababli yuzaga kelgan o'lim darajasi 38 foizdan 12 foizga tushgan. Ushbu teskari bog'liqlik aholining birinchi yordam bo'yicha savodxonligini oshirish baxtsiz hodisalar oqibatida yuzaga keladigan o'lim holatlarini kamaytirishning eng samarali va arzon usullaridan biri ekanligini yaqqol tasdiqlaydi.

3. Turli baxtsiz hodisalarda birinchi yordamning omon qolish darajasiga ta'siri

Birinchi yordamning samaradorligi baxtsiz hodisaning turiga qarab farqlanadi. Ba'zi holatlarda, masalan, yurak faoliyati to'satdan to'xtashida, har bir daqiqaning kechikishi omon qolish ehtimolini keskin kamaytiradi. 3-rasmda oltita asosiy baxtsiz hodisa turi bo'yicha o'z vaqtida birinchi yordam ko'rsatilgan va ko'rsatilmagan holatlardagi omon qolish darajasi taqqoslangan.



3-rasm. Turli baxtsiz hodisalarda o'z vaqtida birinchi yordam ko'rsatilishiga qarab omon qolish darajasi (shartli statistik ko'rsatkich, %)

Tahlil natijalariga ko'ra, yurak faoliyati to'xtashi holatida o'z vaqtida yurak-o'pka reanimatsiyasi (YURT) ko'rsatilganda omon qolish darajasi 46 foizni tashkil etsa, yordam ko'rsatilmaganda bu ko'rsatkich atigi 9 foizga tushib qoladi, ya'ni farq deyarli 5 barobarni tashkil etadi. Nafas yo'llari tiqilishi va kuchli qon ketish holatlarida ham o'z vaqtida ko'rsatilgan yordam omon qolish darajasini mos ravishda 92 va 88 foizgacha oshiradi. Bu ma'lumotlar quyidagi jadvalda umumlashtirilgan (1-jadval).

№	Baxtsiz hodisa turi	BY bilan omon qolish, %	BY siz omon qolish, %	Farq (marta)
1	Yurak faoliyati to'xtashi	46	9	~5,1
2	Nafas yo'llari tiqilishi	92	38	~2,4
3	Kuchli qon ketish	88	41	~2,1
4	Kuyish jarohatlari	81	47	~1,7
5	O'tkir zaharlanish	76	39	~1,9
6	Suvga cho'kish	68	22	~3,1

1-jadval. Turli baxtsiz hodisalarda birinchi yordamning omon qolish darajasiga ta'siri

4. Birinchi yordamni o'qitish va targ'ib qilishning HFX ta'limidagi ahamiyati

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, hayotiy faoliyat xavfsizligi fani doirasida birinchi yordam mavzusini samarali o'qitish quyidagi asosiy yo'nalishlarda ahamiyatga ega:

- Talaba va o'quvchilarda favqulodda holatlarda tezkor va to'g'ri qaror qabul qilish ko'nikmasini shakllantirish;
- Yurak-o'pka reanimatsiyasi, qon ketishni to'xtatish, kuyish va singan a'zolarga bog'lam qo'yish kabi amaliy ko'nikmalarni mashq qildirish (manekenlar va simulyatorlar yordamida);

- Favqulodda vaziyatlarda o'zini va atrofdagilarni xavfsiz saqlash bo'yicha bilim berish (o'z xavfsizligini ta'minlamasdan yordam ko'rsatishning noto'g'riligini tushuntirish);
- Shoshilinch tibbiy yordam xizmatlariga to'g'ri va aniq ma'lumot berish qoidalarini o'rgatish;
- Jamiyatda birinchi yordam madaniyatini shakllantirish orqali baxtsiz hodisalar oqibatlarini yengillashtirishga umumiy hissa qo'shish.

Shu bilan birga, birinchi yordam bo'yicha bilimlarning nazariy qismi bilan cheklanib qolmasdan, muntazam amaliy mashg'ulotlar, simulyatsiya texnologiyalari va real vaziyatlarga yaqin trenajyorlardan foydalanish zarurligi tadqiqot davomida alohida ta'kidlandi. Aks holda, faqat nazariy bilim amaliyotda o'z vaqtida va to'g'ri qo'llanilmasligi mumkin.

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

- Birinchi yordam - hayotiy faoliyat xavfsizligi fanining eng amaliy va hayotiy ahamiyatga ega yo'nalishlaridan biri bo'lib, u "omon qolish zanjiri"ning hal qiluvchi bo'g'ini hisoblanadi;
- 2010-2025-yillar oralig'ida aholining birinchi yordam ko'nikmalariga ega ulushi 19 foizdan 79 foizga oshgan bo'lsa, kechiktirilgan yordam oqibatidagi o'lim darajasi 38 foizdan 12 foizga tushdi, bu ikki ko'rsatkich o'rtasidagi teskari bog'liqlikni yaqqol tasdiqlaydi;
- Yurak faoliyati to'xtashi kabi og'ir holatlarda o'z vaqtida ko'rsatilgan birinchi yordam omon qolish ehtimolini deyarli 5 barobargacha oshiradi, bu esa har bir daqiqaning qanchalik qimmatli ekanligini ko'rsatadi;
- Aholi, ayniqsa yoshlar orasida birinchi yordam bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni uzluksiz shakllantirish baxtsiz hodisalar va favqulodda vaziyatlar oqibatlarini yengillashtirishning eng samarali yo'llaridan biridir;
- Ta'lim tizimida birinchi yordamni o'qitishda simulyatsiya texnologiyalari va amaliy mashg'ulotlarga alohida e'tibor qaratish, shuningdek, jamiyatda birinchi yordam madaniyatini kengroq targ'ib qilish zarur.

Xulosa qilib aytganda, hayotiy faoliyat xavfsizligi fanida birinchi yordam ko'rsatish mavzusi nafaqat nazariy, balki chuqur amaliy ahamiyatga ega bo'lib, u baxtsiz hodisalar va favqulodda vaziyatlarda inson hayotini saqlab qolishning eng muhim va tezkor vositasi hisoblanadi. Ushbu bilim va ko'nikmalarni jamiyatning barcha qatlamlariga yetkazish milliy xavfsizlik va jamoat salomatligini mustahkamlashning muhim omilidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligining shoshilinch tibbiy yordam ko'rsatish bo'yicha uslubiy tavsiyalari. - Toshkent, 2023.
2. World Health Organization. First aid for the injured and ill: guidelines. - Geneva: WHO Press, 2023. - 210 p.
3. Rustamov D.N. Hayotiy faoliyat xavfsizligi va birinchi tibbiy yordam asoslari. - Toshkent: O'qituvchi, 2022. - 296 b.
4. American Heart Association. Guidelines for CPR and Emergency Cardiovascular Care. - Dallas: AHA, 2020. - 588 p.
5. Малаян К.Р., Занько Н.Г. Первая помощь при несчастных случаях. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 224 с.
6. Nazarova M.T., Yusupov Q.S. Favqulodda vaziyatlarda birinchi yordamni tashkil etish muammolari // "Xavfsizlik va texnologiya" ilmiy jurnali. - 2025. - №2. - B. 55-63.

НЕФТЬ ВА ГАЗ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИДА УГЛЕРОД НАНОТРУБКАЛАРИ ҚЎЛЛАНИЛИШИНING АҲАМИЯТИ ВА АФЗАЛЛИКЛАРИ

Хайдаров Тўймурод Зоирович¹, Раҳманқулов Алиқул Амиркулович²

¹Қариш давлат техника университети Табиий фанлар кафедраси доценти, Ўзбекистон,
Қариш шаҳри E-mail: tuymurodxaydarov228@gmail.com [orcid.0000-0003-2459-9815](https://orcid.org/0000-0003-2459-9815)

²Қариш давлат техника университети Табиий фанлар кафедраси
профессори, Ўзбекистон,

Қариш шаҳри E-mail: raxmankulovalikul@gmail.com orcid.org/0000-0001-8075-6630

Аннотация. Ушбу мақолада нефт ва газ маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнларида углерод нанотрубкалари (UNT) қўлланилишининг афзалликлари таҳлил қилинган. UNT ларнинг катта маҳсус юза майдони, юқори механик мустаҳкамлиги, иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги уларни самарали катализатор ёки тўлдирувчи модда сифатида фойдаланиш имконини яратади. Мақолада UNT асосида реакция жараёнларини тезлаштириш, энергия сарфини камайтириш, маҳсулотларнинг физик-кимёвий хоссаларини яхшилаш ва экологик хавфни пасайтириш йўналишлари кўриб чиқилган. Шунингдек, саноатда UNT лардан фойдаланишнинг келгуси истиқболлари ва инновацион технологияларни жорий этиш имкониятлари ёритилган.

КИРИШ

Нефть ва газ маҳсулотлари кишлоқ хўжалиги соҳаларида, халқ хўжалигининг турли тармоқларида, қурилиш ва саноат тизимларида жуда кенг қўлланилиб келмоқда. Шу билан бир қаторда улар иқтисодиётда ҳам стратегик аҳамият касб этади.

Углеводородлар ёқилғи сифатида қўлланиши билан бир қаторда нефт-кимё саноати учун ҳам асосий хомашё манбаи бўлиб ҳисобланади [1]. Кейинги пайтда маҳсулот сифатини ошириш, иқтисодий самарадорликни таъминлаш ва атроф-муҳитга зарарни камайтириш мақсадида замонавий қайта ишлаш технологияларидан фаол фойдаланиб келинмоқда.

Атроф-муҳитнинг экологик софлигини тваъминлаш жараёнларида углерод нанотрубкалари (UNT) дан кенг фойдаланилади ва улар катализатор ёки тўлдирувчи модда сифатида қўлланилиб, қайта ишланган маҳсулотларнинг физик-механик ва функционал хусусиятларини юқори даражада яхшилайдди [2]. UNT лар маҳсулотнинг механик мустаҳкамлиги, иссиқлик ва электр ўтказувчанлигини оширади [3,4].

НАТИЖАЛАР ВА ТАҲЛИЛЛАР

Углерод нанотрубкалари (UNT) графен қатламларининг цилиндр шаклида ўралиши натижасида ҳосил бўлган наноўлчамдаги материаллардир [5,6]. Улар яккаламинар (SWCNT) ва кўпламинар (MWCNT) турларга бўлинади. UNT лар юқори механик мустаҳкамликка, катта маҳсус юза майдонига (1000 м²/г гача), юқори иссиқлик ва электр ўтказувчанликка эга бўлиб, кимёвий жиҳатдан барқарор ва турли реактивлар ёрдамида модификация қилиниши мумкин.

UNT лар катализатор сифатида нефть ва газ маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнларида (крекинг, гидрокрекинг, риформинг) сифатида фойдаланилади. UNT лар катта юза майдонларини ва фаол марказларни бир маромда тақсимлаш имконини яратади ва бунинг натижасида реакция тезлиги ва маҳсулот чиқиши ошади, кокс ҳосил бўлиши камаяди.

UNT лар нефть-кимё саноатидаги полимерлар таркибига тўлдирувчи сифатида киритилса маҳсулотнинг механик мустаҳкамлигини, иссиқлик ва электр ўтказувчанлигини яхшилайдди. Шу тариқа юқори эксплуатацион хусусиятларга эга полимер маҳсулотлар ва композитлар ишлаб чиқарилади.

UNT ларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги юқори бўлгани туфайли, қайта ишлаш жараёнларида энергия сарфини қисқартириш, иссиқлик алмашинувини яхшилаш ва реакторларларнинг ишлаш режимини оптималлаштириш учун фойдаланилади ҳамда энергетик самарадорликни ошириш.

UNTлар қатор экологик ва иқтисодий устунликларга эга бўлиб, улардан фойдаланиш қайта ишлаш жараёнларида экологик барқарорликни таъминлайди, чиқиндиларнинг ҳосил бўлишини, қисқартиради ва реакцияларни паст ҳароратларда олиб бориш имконини яратади. UNT атроф-муҳитдаги зарарни камайитириш билан бир қаторда қўшимча энергия сарфини ҳам тежашга ёрдам беради. UNT ёрдамида катализаторларнинг хизмат муддатлари узаяди аа уларнинг самарадорлиги ортиб, ишлаб чиқариш харажатлари камаяди.

UNT ларнинг келгусида инновацион йўналишларда кенг истиқболларга эга. UNT ларни функционаллаштириш, яъни уларнинг юзасига махсус актив гуруҳларни қўшиш орқали нефть ва газни қайта ишлашдаги реакциялар селективлиги ва тезлиги янада оширилмоқда. Бундай инновацияларнинг ривожланиши нефть-кимё саноатида юқори қийматли, экологик тоза ва энергия тежамкор маҳсулотлар ишлаб чиқариш имкониятларини кенгайтириб беради.

Углерод нанотрубкалари нефть ва газ маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнларини модернизация қилишда муҳим инновацион материал сифатида катта аҳамиятга эга экани аниқланди. UNT ларнинг катта махсус юза майдони, юқори механик мустаҳкамлиги, иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги уларни самарали катализатор ёки тўлдирувчи модда сифатида қўллаш имконини яратади.

Шунингдек, UNT асосидаги гибрид катализаторлар ва функционаллаштирилган нанотрубкалардан фойдаланиш келгусида қайта ишлаш жараёнларини янада самарали ва иқтисодий жиҳатдан мақбул қилиш имкониятларини очади. Бу нефть-кимё саноатида юқори қийматли, экологик тоза ва инновацион маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун янги йўналишлар очади.

Нефть ва газ маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнларида углерод нанотрубкалари (UNT) қўлланилиши ишлаб чиқаришнинг самарадорлигини ошириш, маҳсулот сифатини яхшилаш ва экологик барқарорликни таъминлашда катта аҳамиятга эга. UNT ларнинг катта махсус юза майдони ва юқори механик, иссиқлик ҳамда электр ўтказувчанлиги уларни катализатор ва тўлдирувчи модда сифатида қўллашга имкон яратади.

Шунингдек, UNT лар реакция жараёнларини тезлаштириб, энергия сарфини камайтиради, катализаторларнинг хизмат муддатини узайтиради ва кокс ҳосил бўлишини чеклайди. Натижада қайта ишлаш жараёнлари иқтисодий жиҳатдан мақбул ва экологик тоза шаклга келади.

Келгусида UNT асосидаги функционаллаштирилган катализаторлар ва гибрид композитлар ривожланиши нефт-кимё саноатида юқори қийматли ва инновацион маҳсулотлар ишлаб чиқариш имкониятларини янада кенгайтириши мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ваҳобов Ш.В. (2021). Нефт ва газ саноатида ишлаб чиқаришни ресурслардан фойдаланиш усуллари илмий-назарий асослари. Экономика и социум, (11-1 (90)), 872-877.
2. Xaydarov T.Z Mahalliy xomashyolar asosida uglerod nanotrubkalar olish texnologiyasini olish texnologiyasini ishlab chiqish // (PhD) dissertatsiya Toshkent 2024 110 b
3. Xaydarov T.Z., Rahmonqulov A.A., Karimov M.U., Djalilov A.T. Uglerod nanomodifikatorlari bilan modifikatsiyalangan polipropilen asosidagi kompozitlarning yuqori va past haroratlar ta'siriga barqarorligini derivatografik tahlili // Jurnal kompozitsion materiallar., №3. 2023 g. B. 95-98
4. Раҳмонқулов А.А. Бинар тўлдирувчилар асосида термик барқарор полимер қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш// доктори (DSc) диссертацияси Toshkent 2024 200 б
5. Growth of carbon nanotubes on catalyst // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. Khaidarov T.Z. [и др.]. 2023. 6(108). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15619> (дата обращения: 25.09.2025)
6. Navrotskaya, Anastasiya & Aleksandrova, Darya & Krivoschapkina, Elena & Sillanpää, Mika & Krivoschapkin, Pavel. (2020).

HYDROCARBON POTENTIAL OF THE USTYURT REGION OF UZBEKISTAN: GEOLOGICAL FEATURES OF THE MAIN GAS FIELDS AND PROSPECTS FOR DEEPER EXPLORATION

Hayitov Odiljon Gafurovich¹, Ravshanov Zavqiddin Yahyo o'g'li¹,
Usmonov Kuvonchbek Mannonovich²

¹ Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: z.ravshanov@tdtu.uz

² Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan
e-mail: kuvonchbek.usmonov@mail.ru

Annotatsiya. O'zbekistonning shimoli-g'arbiy qismida (Qoraqalpog'iston Respublikasi) joylashgan Ustyurt mintaqasi mamlakatning tabiiy gaz bo'yicha asosiy istiqbolli hududlaridan biridir. Maqolada mintaqaning asosiy gaz va gaz-kondensat konlari — Shaxpaxti, Surgil, Sharqiy va Shimoliy Berdaq hamda Orol dengizining O'zbekiston qismidagi G'arbiy Orol kashfiyoti bo'yicha e'lon qilingan geologik, geofizik va kon ma'lumotlari tahlil qilingan, yura neft-gaz tizimining asosiy elementlari umumlashtirilgan. Mahsuldor gorizontlar asosan taxminan 2,0–3,0 km chuqurlikdagi o'rta–yuqori yura terrigen kollektorlarida joylashgan bo'lib, ularning xossalari zich fluvial qumtoshlardan yuqori sifatli kellovey kollektorlarigacha keng oraliqda o'zgaradi. Tahlil shuni ko'rsatadiki, lateral uzluksiz qatlamli kollektorlar haqidagi an'anaviy tasavvur kanalli, lateral o'zgaruvchan yura qumtoshlarini yetarli darajada tavsiflamaydi, bu esa ayrim hududlarda

burg‘ilash muvaffaqiyatining pastligini qisman izohlaydi. Quyí yura va paleozoy yotqiziqlari kam o‘rganilgan bo‘lsa-da, istiqbolli belgilarga ega. Qidiruv ishlarining keyingi bosqichi kompleks seysmik kollektor tavsifi va havza modellashtirishga asoslanishi lozim, degan xulosaga kelingan.

Kalit so‘zlar: *Ustyurt mintaqasi, yura kollektorlari, gaz-kondensat konlari, Surgil, uglevodorod salohiyati.*

Аннотация. *Устюртский регион, расположенный на северо-западе Узбекистана (Республика Каракалпакстан), является одним из основных перспективных газоносных районов страны. В статье проанализированы опубликованные геолого-геофизические и промысловые данные по основным газовым и газоконденсатным месторождениям региона — Шахпахты, Surgil, Восточный и Северный Бердах, а также открытие Западный Арал в узбекской части Аральского моря, и обобщены ключевые элементы юрской нефтегазовой системы. Продуктивные горизонты приурочены преимущественно к средне-верхнеюрским терригенным коллекторам на глубинах около 2,0–3,0 км, свойства которых изменяются в широком диапазоне — от плотных флювиальных песчаников до высококачественных келловейских коллекторов. Показано, что традиционная концепция латерально выдержанных пластовых коллекторов неадекватно описывает русловые, латерально изменчивые юрские песчаники, что частично объясняет низкую успешность бурения на отдельных участках. Нижнеюрские и палеозойские отложения остаются слабоизученными, но имеют обнадеживающие признаки. Сделан вывод, что следующий этап геологоразведочных работ должен опираться на комплексную сейсмическую характеристику коллекторов и бассейновое моделирование.*

Ключевые слова: *Устюртский регион, юрские коллекторы, газоконденсатные месторождения, Surgil, углеводородный потенциал.*

Abstract. *The Ustyurt region in north-western Uzbekistan (Republic of Karakalpakstan) is one of the country’s principal frontier areas for natural gas. This paper reviews published geological, geophysical and field data on the main gas and gas-condensate fields of the region — Shakhpakhty, Surgil, East and North Berdakh, and the Western Aral discovery in the Uzbek part of the Aral Sea — and summarises the key elements of the Jurassic petroleum system. Productive intervals are concentrated in Middle–Upper Jurassic terrigenous reservoirs at depths of about 2.0–3.0 km, whose properties vary widely, from tight fluvial sandstones to high-quality Callovian reservoirs. The analysis shows that the traditional concept of laterally continuous layered reservoirs does not adequately describe the channelised, laterally variable Jurassic sandstones, which partly explains low drilling success rates in some areas. Lower Jurassic and Paleozoic strata remain poorly explored yet show encouraging indications. It is concluded that integrated seismic reservoir characterisation and basin modelling should guide the next stage of exploration.*

Keywords: *Ustyurt region, Jurassic reservoirs, gas-condensate fields, Surgil, hydrocarbon potential.*

INTRODUCTION

Natural gas is the backbone of Uzbekistan’s energy balance, yet domestic production has declined markedly in recent years, and since 2023 the country has become a net importer of gas [6]. Under these conditions, the replacement of reserves in under-explored areas has become a national priority. The Ustyurt region, located between the Caspian Sea and the Aral Sea within the Republic

of Karakalpakstan, is one of the most important of these areas. It hosts a number of gas and gas-condensate fields and provides the feedstock for the Ustyurt Gas Chemical Complex (UGCC), one of the largest industrial projects in the country [7, 8].

The purpose of this paper is to systematise the available data on the geology of the principal Ustyurt fields, to identify the main factors controlling reservoir quality and exploration success, and to outline priority directions for further exploration, including the deeper, poorly studied stratigraphic levels.

MATERIALS AND METHODS

The study is based on an analytical review of open sources: regional petroleum-system assessments of the U.S. Geological Survey [1], papers presented at the SPE GOTECH conference (2024) on basin modelling and seismic reservoir characterisation in the Berdakh–Sudochi area [2, 3], industry publications on field discoveries and exploration results [4–6], reports on the Surgil field and UGCC [7, 8], and studies of the geological–geophysical conditions and oil and gas potential of the Assakeaudan Trough in southern Ustyurt, including earlier work by the authors [9, 10, 12]. The methods include comparative analysis of reservoir parameters, generalisation of data on traps, reservoirs and seals, and qualitative assessment of the exploration maturity of individual stratigraphic complexes.

RESULTS AND DISCUSSION

Geological setting. The North Ustyurt basin has a triangular outline and is bounded on all sides by late Paleozoic and Triassic fold belts. Its sedimentary cover consists of Jurassic–Tertiary, predominantly clastic rocks from several hundred metres to about 5 km thick, overlying Devonian–Carboniferous carbonates and Permian–Triassic clastic and volcanic sequences [1]. The main hydrocarbon source rocks are lacustrine shales and coals of the continental Jurassic sequence, and oil and gas accumulations occur mainly in Jurassic clastic reservoirs in structural traps at depths of 2.5–3 km [1].

In the southern part of the region, the Assakeaudan Trough, whose northern flank includes the Shakhpakhty step, is regarded as a promising area. Its geological–geophysical conditions and oil and gas potential were analysed in [9, 10], and faults cutting the basement and extending into the Jurassic section are considered a possible decisive factor in the formation of Jurassic hydrocarbon accumulations [12].

Main fields. The key characteristics of the principal fields and discoveries of the Uzbek part of Ustyurt are summarised in Table 1.

Table 1
Main gas and gas-condensate fields of the Ustyurt region (compiled from [4, 5, 7, 8])

Field / discovery	Reservoir and key parameters	Status and significance
Shakhpakhty	Jurassic clastics; Callovian reservoir with 12–16 % porosity and 100–1,500 mD permeability; well rates up to 1.5 million m ³ /day recorded [4]	Gas in place estimated at about 1.5 tcf (≈42 bcm) [4]; one of the oldest fields of the region

Field / discovery	Reservoir and key parameters	Status and significance
Surgil	Jurassic gas-condensate reservoirs	Discovered in 2006; reserves about 120–133 bcm; main feedstock source for UGCC [7, 8]
East and North Berdakh	Jurassic terrigenous reservoirs; the Berdakh well tested 150,000 m ³ /day in 1990 [4]	Supplement Surgil gas to UGCC, whose total intake capacity is 4.5 bcm/year [7]
Western Aral (Aral Sea PSA)	Middle Jurassic terrigenous reservoirs at 2,000–3,000 m; maximum test rate about 580,000 m ³ /day [5]	First commercial gas in the Uzbek part of the Aral Sea (2010) [5]
Kuanysh, Akchalak, West Barsakelmes	Jurassic reservoirs	Discovered accumulations awaiting development [4]

Figure 1 compares the maximum well flow rates reported for different fields and plays of the region. The data show that productivity varies by an order of magnitude, from 150 to 1,500 thousand m³/day, reflecting differences in reservoir quality and stratigraphic level.

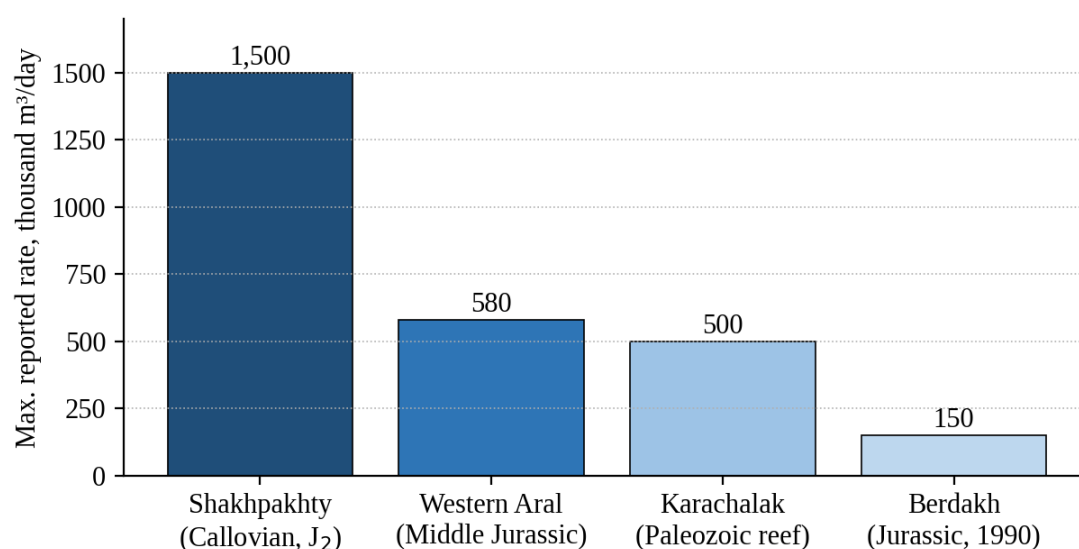


Figure 1. Maximum reported well flow rates in the Ustyurt region (compiled from [4, 5])

Reservoir heterogeneity. The Early–Middle Jurassic fluvial sandstones of the Ustyurt plateau have open porosity of only 4–16 %, whereas the Callovian reservoir of Shakhpakhty field combines porosity of 12–16 % with permeability reaching 1,500 mD [4]. Such a wide range reflects the continental and coastal-marine depositional environments of the Jurassic. A recent seismic reservoir characterisation study of the Sudochi depression and Berdakh high showed that exploration and production wells had long been placed on the assumption of conformably layered reservoirs, whereas the actual architecture is dominated by laterally variable channel and facies bodies; this mismatch was identified as one of the reasons for low drilling success rates and declining gas production [3].

Deeper plays. Exploration in Ustyurt has historically focused on Middle and Upper Jurassic targets. Basin modelling of the Berdakh–Sudochi area has been used to assess the potential of the deeper, poorly explored Lower Jurassic sequences [2], and in 2025 the state explorer Yangi Kon began drilling the UDG-1 well on the former Aral Sea floor specifically to test Lower Jurassic strata [6]. The Paleozoic section is also of interest: the Karachalak reef tested gas at about 500,000 m³/day from Paleozoic limestones at 3,521 m, and oil was obtained from the Karakuduk reef [4]. Although core porosity of Paleozoic limestones is low (around 3 %), some samples are cavernous, suggesting that permeable intervals may be under-represented in existing cores [4]. The potential of great depths was confirmed in 2025, when drilling in Ustyurt reached 6,500 m for the first time and a very large gas accumulation was announced, whereas earlier exploration had been limited mainly to depths of 2,500–3,000 m [11].

Practical significance. Maintaining a stable gas supply of 4.5 bcm/year to UGCC [7] requires both the efficient development of existing fields and the timely preparation of new reserves. Therefore, the most effective strategy for the region combines (i) re-interpretation of existing seismic and well data with modern reservoir characterisation tools, (ii) facies-based rather than layer-cake well placement, and (iii) targeted testing of Lower Jurassic and Paleozoic plays.

CONCLUSION

The Ustyurt region remains one of the most promising gas areas of Uzbekistan. Its proven accumulations are associated mainly with Middle–Upper Jurassic terrigenous reservoirs of highly variable quality, and the complex channelised architecture of these reservoirs is a key factor limiting drilling success. Future growth of the resource base is linked to the Lower Jurassic and Paleozoic complexes, as confirmed by the 2025 deep discovery, and require integrated seismic reservoir characterisation, basin modelling and dedicated deep exploration wells. Implementing these approaches can help offset the decline in national gas production and secure the feedstock base of the Ustyurt Gas Chemical Complex.

REFERENCES

1. Ulmishek, G.F. Petroleum Geology and Resources of the North Ustyurt Basin, Kazakhstan and Uzbekistan // U.S. Geological Survey Bulletin 2201-D. — Reston: USGS, 2001. — URL: <https://pubs.usgs.gov/bul/2201/D/>
2. Yessalina, S.A., Gulamov, R.A., Mallaev, S.E. et al. Revealing New Exploration Plays in the Deeper Parts of the Ustyurt Region in Uzbekistan // SPE GOTECH Conference, Dubai, UAE, May 2024. — Paper SPE-219312-MS. — DOI: 10.2118/219312-MS
3. Distribution of Jurassic Clastic Reservoirs in the Sudochi Depression of the East Ustyurt Basin (Uzbekistan) Based on the Results of Seismic Reservoir Characterization // SPE GOTECH Conference, Dubai, UAE, May 2024. — URL: <https://onepetro.org/SPEGOTS/proceedings-abstract/24GOTS/24GOTS/D032S005R004/545235>
4. Uzbek licensing round brings geology, potential into focus // Oil & Gas Journal. — URL: <https://www.ogj.com/home/article/17223693/>
5. LUKOIL. New natural gas field discovered in Uzbekistan by a consortium of investors with LUKOIL Overseas (Aral project). Press release, 16.06.2010. — URL: <https://www.lukoil.com>

6. Drilling deeper for new resources in Uzbekistan // GEO ExPro. — 2025. — URL: <https://geoexpro.com/drilling-deeper-for-new-resources-at-the-bottom-of-what-used-to-be-lake-aral/>
7. Wood Mackenzie. Surgil (Ustyurt Gas Chemical Complex): Upstream Oil and Gas Report. — 2025. — URL: <https://www.woodmac.com/reports/upstream-oil-and-gas-surgil-ustyurt-gas-chemical-complex-10860601/>
8. First stone of Ustyurt gas-chemical complex laid in Uzbekistan // UzDaily.uz. — URL: <https://www.uzdaily.uz/en/first-stone-of-ustyurt-gas-chemical-complex-laid-in-uzbekistan/>
9. Khayitov, O.G., Ravshanov, Z.Ya., Ergasheva, Z.A., Gulmuradov, J.N. On the oil and gas potential of the Assakeaudan Trough of the Ustyurt region // Journal of Innovation in Education and Social Research. — 2024. — Vol. 2, № 1. — P. 121–129. — URL: <https://journals.proindex.uz/index.php/jiesr/article/view/524>
10. Investigation of geological and geophysical conditions of the Assakeaudan region / co-authors: Khayitov, O.G., Ravshanov, Z.Ya., Ergasheva, Z.A. // Zenodo. — 2024. — DOI: 10.5281/zenodo.11241596
11. Uzbekistan discovers major gas reserve in Ustyurt after deep drilling // Kun.uz. — 15.09.2025. — URL: <https://kun.uz/en/news/2025/09/15/uzbekistan-discovers-major-gas-reserve-in-ustyurt-after-deep-drilling>
12. Key Characteristics of the Ecological and Geodynamic Conditions in Southern Karakalpak Ustyurt of Uzbekistan // Land. — 2026. — Vol. 15, № 5. — Art. 782. — URL: <https://www.mdpi.com/2073-445X/15/5/782>

DEVELOPMENT CHALLENGES OF JURASSIC GAS-CONDENSATE RESERVOIRS IN THE USTYURT REGION AND TECHNOLOGICAL WAYS TO IMPROVE WELL PRODUCTIVITY

**Hayitov Odiljon Gafurovich¹, Ravshanov Zavqiddin Yahyo o'g'li¹,
Usmonov Kuvonchbek Mannonovich²**

¹ Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: z.ravshanov@tdtu.uz

² Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan
e-mail: kuvonchbek.usmonov@mail.ru

Annotatsiya. *Ustyurt mintaqasi O'zbekistonning muhim gaz qazib olish hududi va Ustyurt gaz-kimyó majmuasining xomashyo bazasi hisoblanadi, biroq uning yura gaz-kondensat kollektorlaridan qazib olish darajasini saqlab turish tobora murakkablashmoqda. Maqolada mintaqadagi quduqlar mahsuldorligini cheklovchi asosiy geologik va texnologik omillar tahlil qilingan: yura terrigen kollektorlarining kuchli lateral notekisligi va ayrim joylarda past o'tkazuvchanligi, qatlam bosimi shudring nuqtasidan pasayganda quduq tubi atrofida kondensat to'planishi, uzoq muddat ishlatilgan konlarda qatlam bosimining kamayishi hamda Orolbo'yi hududining o'lisligi va suv tanqisligi. Gazning psevdoturug'un oqim tenglamasi asosida skin-omil va kollektor bilan samarali kontakt quduq mahsuldorligini qanday belgilashi ko'rsatilgan va shu asosda qo'llanilishi mumkin bo'lgan texnologiyalar tizimlashtirilgan: seysmik ma'lumotlarga asoslangan quduq joylashuvi, gorizontal va ko'p tarmoqli quduqlar, suvni tejoychi suyuqliklar bilan ko'p*

bosqichli gidravlik yorish, kondensat to'planishini bartaraf etish va bosimni ushlab turish, quduq usti va kon kompressiyasi. Ushbu texnologiyalarni kollektor turiga bog'lovchi bosqichma-bosqich yondashuv taklif etilgan bo'lib, u tajriba-sanoat sinovlari va qazib olishni oshirishga qaratilgan xizmat shartnomalari uchun asos bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: *gaz-kondensat koni, kondensat to'planishi, gidravlik yorish, gorizontal quduqlar, Ustyurt.*

Аннотация. *Устьуртский регион является важным газодобывающим районом Узбекистана и сырьевой базой Устьуртского газохимического комплекса, однако поддержание добычи из его юрских газоконденсатных залежей становится всё более сложной задачей. В статье проанализированы основные геологические и технологические факторы, ограничивающие продуктивность скважин в регионе: сильная латеральная неоднородность и местами низкая проницаемость юрских терригенных коллекторов, накопление конденсата в призабойной зоне при снижении пластового давления ниже давления начала конденсации, истощение пластовой энергии на длительно разрабатываемых месторождениях, а также удалённость и дефицит воды в Приаралье. На основе уравнения псевдоустановившегося притока газа показано, как скин-фактор и эффективный контакт с пластом определяют дебит скважины, и на этой основе систематизированы применимые технологии: размещение скважин по данным сейсмики, горизонтальные и многоствольные скважины, многостадийный гидроразрыв пласта с водосберегающими жидкостями, удаление конденсатной пробки и поддержание давления, устьевое и промысловое компримирование. Предложен поэтапный подход, увязывающий технологии с типом коллектора, который может служить основой для опытно-промышленных работ и сервисных контрактов с риском, направленных на увеличение добычи.*

Ключевые слова: *газоконденсатная залежь, конденсатная пробка, гидроразрыв пласта, горизонтальные скважины, Устьурт.*

Abstract. *The Ustyurt region is an important gas-producing area of Uzbekistan and the feedstock base of the Ustyurt Gas Chemical Complex, yet sustaining production from its Jurassic gas-condensate reservoirs is increasingly difficult. This paper analyses the main geological and technological factors limiting well productivity in the region: strong lateral heterogeneity and locally low permeability of Jurassic terrigenous reservoirs, near-wellbore condensate accumulation as reservoir pressure falls below the dew point, pressure depletion of long-producing fields, and the remoteness and water scarcity of the Aral Sea area. Using the pseudo-steady-state gas inflow equation, the paper shows how the skin factor and effective reservoir contact control well deliverability and, on this basis, systematises applicable technologies: seismic-driven well placement, horizontal and multilateral wells, multistage hydraulic fracturing with water-saving fluid systems, condensate-bank remediation and pressure maintenance, and wellhead and field compression. A staged approach linking these technologies to reservoir type is proposed, which can serve as a basis for field pilots and risk-service contracts aimed at increasing recovery.*

Keywords: *gas-condensate reservoir, condensate banking, hydraulic fracturing, horizontal wells, Ustyurt.*

INTRODUCTION

The decline of domestic gas production has turned Uzbekistan into a net gas importer since 2023 [6], which makes improving the efficiency of existing fields as important as discovering new ones. The Ustyurt region plays a special role: the Surgil field together with the East and North Berdakh fields supplies the Ustyurt Gas Chemical Complex (UGCC), designed to receive 4.5 bcm of gas per year [7]. The government has also introduced risk-service contracts under which partners are rewarded for incremental production at low-yield fields [8].

The aim of this paper is to identify the key factors limiting well productivity in the Jurassic gas-condensate reservoirs of Ustyurt and to systematise the technologies that can be applied to overcome them.

MATERIALS AND METHODS

The study is based on the analysis of published data on the geology and reservoir properties of the Ustyurt fields [1–5], information on UGCC feedstock supply [7], the authors' previous studies on the oil and gas potential of the Ustyurt region and on exploration well completion, testing and gas reserve estimation [12–14], and the classic literature on gas-condensate reservoir behaviour, well stimulation and horizontal well technology [9–11]. To assess the influence of near-wellbore conditions on productivity, the pseudo-steady-state inflow equation for a gas well (in field units) was used [9]:

$$q = \frac{k h (p_r^2 - p_{wf}^2)}{1422 T \mu z [\ln(r_e/r_w) - 0.75 + S]} \quad (1)$$

where q is the gas rate, Mscf/day; k is permeability, mD; h is net pay thickness, ft; p_r and p_{wf} are average reservoir and bottomhole flowing pressures, psia; T is reservoir temperature, °R; μ and z are gas viscosity (cP) and compressibility factor; r_e and r_w are drainage and wellbore radii, ft; S is the total skin factor.

RESULTS AND DISCUSSION

Productivity-limiting factors. Analysis of the published data allows four groups of factors to be distinguished. First, Jurassic reservoirs of Ustyurt are highly heterogeneous: porosity of Early–Middle Jurassic fluvial sandstones ranges from 4 to 16 % [4], and the reservoirs are dominated by laterally variable channel bodies rather than continuous layers, which has resulted in low drilling success in the Sudochi depression [3]. Second, in gas-condensate reservoirs a drop in bottomhole pressure below the dew point leads to liquid condensate dropout around the wellbore; this “condensate bank” reduces the relative permeability to gas and may cut well deliverability considerably even in reservoirs rich in gas [10]. Third, long-producing fields face declining reservoir pressure, which reduces the drawdown available in Eq. (1). Fourth, the fields are located in a remote desert area close to the drying Aral Sea, where fresh water is scarce — an important constraint for water-intensive operations such as conventional hydraulic fracturing.

Analysis of Eq. (1). Equation (1) shows that, at a given drawdown, the rate is proportional to the reservoir flow capacity kh and inversely proportional to the term $[\ln(r_e/r_w) - 0.75 + S]$. For typical values of $\ln(r_e/r_w) \approx 7$ –8, a positive skin of +5 caused by formation damage or a condensate bank reduces the rate by roughly 40–45 %, whereas a negative skin of –4, typical of a successfully fractured well, can increase it by roughly 2.2–2.8 times relative to an undamaged well. Thus, in the Ustyurt

reservoirs, managing the near-wellbore zone and increasing effective reservoir contact are the most direct levers for raising well productivity.

This relationship is illustrated in Fig. 1, which shows the relative well rate calculated from Eq. (1) as a function of the total skin factor for typical ratios of drainage and wellbore radii. The curve is strongly non-linear: reducing skin from 0 to -4 gives a much larger gain in rate than the loss caused by an equal positive skin, which underlines the high potential of well stimulation in the Ustyurt reservoirs.

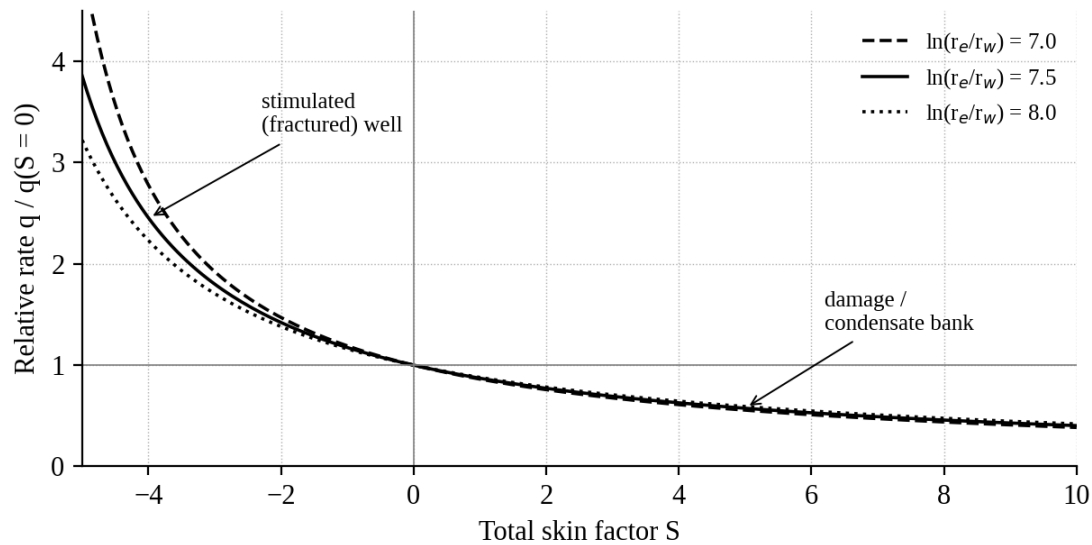


Figure 1. Relative gas well rate versus total skin factor, calculated from Eq. (1)

Applicable technologies. Based on the identified factors, the technologies that can be applied in the region are systematised in Table 1.

Table 1.

Correspondence between productivity-limiting factors and technological solutions

Limiting factor	Technological solution	Expected effect
Lateral heterogeneity, channel reservoirs	Seismic reservoir characterisation (spectral decomposition, inversion) for well placement; geosteering [3]	Higher drilling success; wells placed in the best facies
Low permeability, thin pay	Horizontal and multilateral wells; multistage hydraulic fracturing [9, 11]	Larger reservoir contact; negative skin; higher rate per well
Condensate bank near the wellbore	Keeping bottomhole pressure above dew point where possible; solvent/methanol treatments; hydraulic fracturing to reduce drawdown [10]	Restored gas relative permeability; slower productivity decline
Pressure depletion	Wellhead and field booster compression; gas cycling in condensate-rich zones	Extended plateau; higher condensate recovery

Limiting factor	Technological solution	Expected effect
Water scarcity, remote location	Water-saving fracturing fluids (foamed, energized, recycled produced water); cluster (pad) drilling	Lower water demand and infrastructure cost

Staged approach. It is proposed to implement these technologies in stages. At the first stage, existing seismic and well data are re-interpreted to build facies-based reservoir models and select pilot areas, with reserves re-estimated by complementary methods [14] and well completion and testing practices reviewed [13]. At the second stage, pilot horizontal wells with multistage fracturing are drilled in low-permeability zones, and condensate-bank remediation is tested on producing wells with declining rates. At the third stage, successful solutions are scaled up, including within risk-service contracts in which the contractor's remuneration depends on incremental production [8]. Such a sequence reduces technical and financial risk and allows the effect of each technology to be measured against a baseline.

CONCLUSION

Well productivity in the Jurassic gas-condensate reservoirs of the Ustyurt region is limited mainly by reservoir heterogeneity, locally low permeability, near-wellbore condensate accumulation, pressure depletion and environmental constraints such as water scarcity. The analysis based on the gas inflow equation shows that controlling the skin factor and increasing reservoir contact are the most effective ways to raise deliverability. A staged introduction of seismic-driven well placement, horizontal wells with multistage fracturing, condensate-bank remediation and compression, supported by risk-service contracts, can help stabilise gas supply to the Ustyurt Gas Chemical Complex and slow the decline of national gas production.

REFERENCES

1. Ulmishek, G.F. Petroleum Geology and Resources of the North Ustyurt Basin, Kazakhstan and Uzbekistan // U.S. Geological Survey Bulletin 2201-D. — Reston: USGS, 2001. — URL: <https://pubs.usgs.gov/bul/2201/D/>
2. Yessalina, S.A., Gulamov, R.A., Mallaev, S.E. et al. Revealing New Exploration Plays in the Deeper Parts of the Ustyurt Region in Uzbekistan // SPE GOTECH Conference, Dubai, UAE, May 2024. — Paper SPE-219312-MS. — DOI: 10.2118/219312-MS
3. Distribution of Jurassic Clastic Reservoirs in the Sudochi Depression of the East Ustyurt Basin (Uzbekistan) Based on the Results of Seismic Reservoir Characterization // SPE GOTECH Conference, Dubai, UAE, May 2024. — URL: <https://onepetro.org/SPEGOTS/proceedings-abstract/24GOTS/24GOTS/D032S005R004/545235>
4. Uzbek licensing round brings geology, potential into focus // Oil & Gas Journal. — URL: <https://www.ogj.com/home/article/17223693/>
5. LUKOIL. New natural gas field discovered in Uzbekistan by a consortium of investors with LUKOIL Overseas (Aral project). Press release, 16.06.2010. — URL: <https://www.lukoil.com>
6. Drilling deeper for new resources in Uzbekistan // GEO ExPro. — 2025. — URL: <https://geoexpro.com/drilling-deeper-for-new-resources-at-the-bottom-of-what-used-to-be-lake-aral/>

7. Wood Mackenzie. Surgil (Ustyurt Gas Chemical Complex): Upstream Oil and Gas Report. — 2025. — URL: <https://www.woodmac.com/reports/upstream-oil-and-gas-surgil-ustyurt-gas-chemical-complex-10860601/>
8. Uzbekistan pins hopes on major new gas project // Natural Gas World. — 2021. — URL: <https://www.naturalgasworld.com/uzbekistan-pins-hopes-on-major-new-gas-project-88593>
9. Economides, M.J., Nolte, K.G. (eds.) Reservoir Stimulation. — 3rd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, 2000. — 856 p.
10. Fan, L., Harris, B.W., Jamaluddin, A. et al. Understanding Gas-Condensate Reservoirs // Oilfield Review. — 2005/2006. — Vol. 17, № 4. — P. 14–27.
11. Joshi, S.D. Horizontal Well Technology. — Tulsa: PennWell Books, 1991. — 535 p.
12. Khayitov, O.G., Ravshanov, Z.Ya., Ergasheva, Z.A., Gulmuradov, J.N. On the oil and gas potential of the Assakeaudan Trough of the Ustyurt region // Journal of Innovation in Education and Social Research. — 2024. — Vol. 2, № 1. — P. 121–129. — URL: <https://journals.proindex.uz/index.php/jiesr/article/view/524>
13. Akramov, B.Sh., Khayitov, O.G., Usmonov, K.M., Gafurov, Sh.O., Bekmanov, N.O., Amonov, T.S. Some aspects of the results of opening, testing and development of exploration wells // AIP Conference Proceedings. — 2022. — Vol. 2432. — Art. 030102. — DOI: 10.1063/5.0091266
14. Khaitov, O., Umirzokov, A., Bekmurodov, A. On the application of methods for calculating gas reserves in the Northern Guzar field // Collection of Scientific Works Logos. — 2020. — № 5. — P. 56–59.

GAZ-KIMYOVIY MAJMUADA EKOLOGIK XAVFSIZLIKNI BOSHQARISH VA ISHLAB CHIQRISH EKOLOGIK MONITORINGINI TAKOMILLASHTIRISH

Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich, Qodirov Isomiddin Eshmo‘minovich

¹Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com.

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada yirik gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarish, ekologik xavflarni baholash va ishlab chiqarish ekologik monitoringini tashkil etishning yaxlit yondashuvi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash va tashish jarayonlarida atrof-muhitga texnogen ta’sirni kamaytirishga xizmat qiluvchi boshqaruv, monitoring va texnologik choralarni bir tizimga keltirishdan iborat. Materiallar sifatida ekologik menejment, ekologik xavfni baholash, atmosfera havosi va suv obyektlari monitoringi, avariya holatlariga tayyorgarlik hamda kam chiqindili texnologiyalar bo‘yicha berilgan ma’lumotlardan foydalanildi. Natijalarga ko‘ra, ekologik xavfsizlik tizimi normativ-huquqiy baza, ekologik menejment, monitoring, xodimlar malakasi, texnologik modernizatsiya va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik elementlarining o‘zaro bog‘liqligiga asoslanadi. Manbalarda keltirilgan monitoring ma’lumotlari atmosfera havosi bo‘yicha 123 mingdan ortiq namuna, fakel osti hududlari bo‘yicha qariyb 23 ming namuna va suv hamda oqova suvlar bo‘yicha 178 mingdan ortiq tahlil o‘tkazilganini ko‘rsatadi. Kam chiqindili texnologiyalar, gazlarni yig‘ish, tozalash, quvurlarni nazorat qilish va avtomatlashtirilgan*

monitoring vositalarini joriy etish ekologik xavfsizlikni oshirishning muhim yo'nalishlari sifatida shakllanadi.

Kalit so'zlar: ekologik xavfsizlik, gaz-kimyoviy majmua, ekologik xavf, ekologik menejment, monitoring, atmosfera emissiya, kam chiqindili texnologiya.

Аннотация. В статье рассмотрен комплексный подход к управлению экологической безопасностью на крупном газохимическом предприятии, включая оценку экологических рисков, производственный экологический мониторинг и технологические меры по снижению техногенной нагрузки. Целью работы является систематизация управленческих и технических решений, применяемых при добыче, подготовке, переработке и транспортировке углеводородного сырья. В качестве исходного материала использованы данные по экологическому менеджменту, контролю атмосферного воздуха и водных объектов, предупреждению аварийных ситуаций, совершенствованию технологических процессов и внедрению малоотходных технологий. Показано, что эффективная система экологической безопасности включает нормативно-правовое обеспечение, идентификацию экологических аспектов, оценку рисков, регулярный мониторинг, подготовку персонала и корректирующие действия. Приведенные в исходных материалах данные свидетельствуют о проведении более 123 тысяч анализов проб атмосферного воздуха, около 23 тысяч подфакельных проб и свыше 178 тысяч анализов сточных, поверхностных и подземных вод в год. Технологические мероприятия по сбору низконапорных газов, очистке газовых фракций, повышению надежности оборудования и автоматизации экологического контроля рассматриваются как взаимосвязанные элементы снижения воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: экологическая безопасность, газохимический комплекс, экологический риск, экологический менеджмент, мониторинг, выбросы, малоотходные технологии.

Abstract. The paper considers an integrated approach to environmental safety management at a large gas-chemical complex, including environmental risk assessment, industrial environmental monitoring and technological measures aimed at reducing anthropogenic impacts. The purpose is to systematize managerial and technical measures applicable to the extraction, preparation, processing and transportation of hydrocarbon raw materials. The study uses source data on environmental management, air and water monitoring, emergency preparedness, process improvement and low-waste technologies. The results show that an effective environmental safety system combines regulatory support, identification of environmental aspects, risk assessment, continuous monitoring, personnel competence and corrective actions. The source materials report more than 123 thousand air samples, about 23 thousand under-flare samples and more than 178 thousand analyses of wastewater, surface water and groundwater annually. Measures such as low-pressure gas collection, gas-fraction purification, equipment reliability improvement and automated environmental monitoring form interconnected elements of environmental impact reduction. The integrated approach allows environmental risks to be identified earlier, technological measures to be coordinated with monitoring results and preventive actions to be incorporated into routine production management.

Keywords: environmental safety, gas-chemical complex, environmental risk, environmental management, monitoring, emissions, low-waste technologies.

KIRISH

Neft-gaz va gaz-kimyoviy korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlari atmosfera havosi, suv resurslari, tuproq va aholi yashash hududlariga turli darajadagi texnogen ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ekologik xavfsizlikni ta'minlash shuning uchun faqat alohida tozalash qurilmalaridan foydalanish bilan cheklanmay, ishlab chiqarishning barcha bosqichlarini boshqarish, ekologik xavflarni oldindan aniqlash va monitoring natijalariga asoslangan tuzatish choralari amalga oshirishni talab etadi.

Ko'rib chiqilgan materiallarda ekologik xavfsizlik tizimining asosiy yo'nalishlari sifatida normativ-huquqiy bazani shakllantirish, ekologik menejment tizimini rivojlantirish, tabiiy muhit holatini muntazam kuzatish, texnogen ta'sirni kamaytirish, xodimlar malakasini oshirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik masalalari ko'rsatilgan. Yirik gaz-kimyoviy majmua sharoitida ushbu yo'nalishlar o'zaro bog'langan holda amalga oshirilishi ekologik xavflarni boshqarishning asosiy sharti hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarish va ekologik monitoringni yagona tizim sifatida yoritish, texnologik hamda tashkiliy choralarni umumlashtirish va ularning atrof-muhitga ta'sirni kamaytirishdagi o'rnini belgilashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot uchun ikki ilmiy manbada keltirilgan yirik gaz-kimyoviy majmualarning ekologik xavfsizligi, ekologik menejmenti va ishlab chiqarish ekologik monitoringiga oid ma'lumotlar asos qilib olindi. Manbalarda gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash va tashish jarayonlari bilan bog'liq ekologik masalalar, ekologik siyosat, ekologik xavflarni aniqlash, monitoring va texnologik takomillashtirish choralari yoritilgan.

Tahliliy yondashuvda ekologik xavfsizlikning boshqaruv elementlari, monitoring ko'rsatkichlari va texnologik choralar o'zaro bog'langan yagona tizim sifatida guruhlandi. Sonli ma'lumotlar jadval va grafik ko'rinishida qayta tuzildi. Bunda manbalarda keltirilgan qiymatlar mazmuni saqlanib, yangi maqola tarkibiga mos ravishda tizimlashtirildi.

1-jadval

Gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarishning asosiy elementlari

Yo'nalish	Asosiy mazmun
Normativ-huquqiy ta'minot	Ekologik talablar, ichki me'yoriy hujjatlar va favqulodda vaziyatlar bo'yicha tartiblar
Ekologik menejment	Muammolarni muntazam tahlil qilish, rejalashtirish va tuzatish choralari joriy etish
Ekologik monitoring	Atmosfera havosi, suv va boshqa tabiiy muhit komponentlarini muntazam nazorat qilish
Texnologik modernizatsiya	Gazlarni yig'ish va tozalash, kam chiqindili jarayonlar, uskunalar ishonchliligini oshirish
Xodimlar tayyorgarligi	Ekologik talablar, texnologiyalar va favqulodda vaziyatlar bo'yicha kompetensiyani oshirish
Jamoatchilik bilan aloqa	Ekologik faoliyat va muammolar bo'yicha aholini xabardor qilish

NATIJALAR VA MUHOKAMA

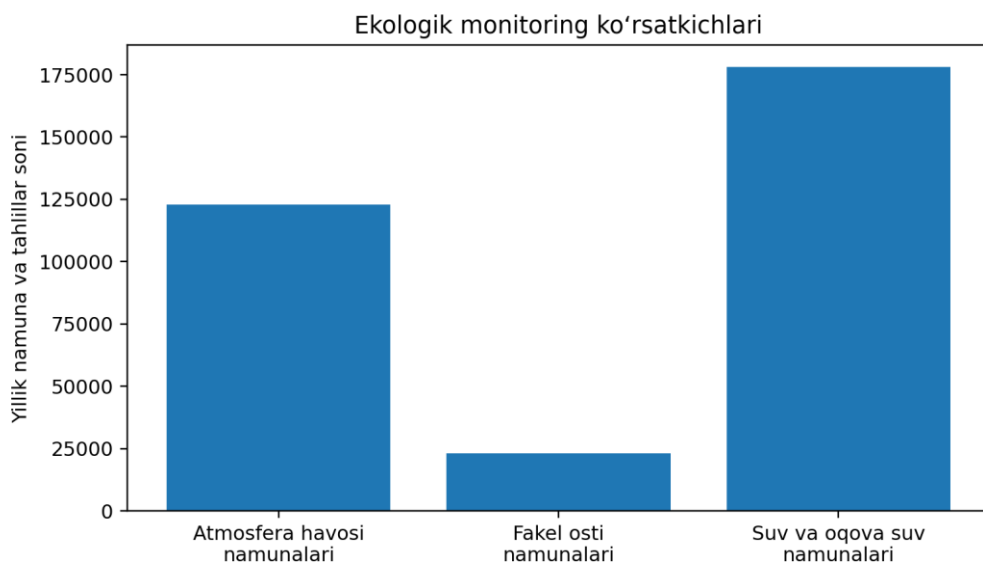
Ekologik xavfsizlikni boshqarishning samaradorligi, avvalo, korxonada ekologik jihatlarni aniqlash va ularning ahamiyatini baholashga bog'liq. Ko'rib chiqilgan materiallarda ekologik xavfning sifat va miqdoriy baholanishi tabiiy resurslardan foydalanish va atrof-muhit sifatini boshqarish jarayonining tarkibiy qismi sifatida qaraladi. Bunday yondashuv xavfni faqat avariya yuz bergandan keyin baholashdan ko'ra, uning yuzaga kelish ehtimoli va oqibatlarini oldindan ko'rib chiqishga imkon beradi.

Gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash va tashish bilan bog'liq jarayonlarda atmosferaga chiqindilar alohida nazorat obyektidir. Manbalarda ekologik monitoring uchun maxsus laboratoriyalar tashkil etilgani, atmosfera havosi va fakel osti hududlaridan muntazam namunalar olinishi hamda suv obyektlari va oqova suvlar tahlil qilinishi qayd etilgan.

2-jadval

Ishlab chiqarish ekologik monitoringining manbalarda keltirilgan yillik ko'rsatkichlari

Monitoring obyekti	Namuna yoki tahlillar soni
Atmosfera havosi	123 000 dan ortiq namuna
Fakel osti hududlari	23 000 ga yaqin namuna
Oqova, yer usti va yer osti suvlari	178 000 dan ortiq tahlil
Tashqi tashkilotlar tomonidan suv bo'yicha tahlillar	9 705 ta



1-rasm. Ishlab chiqarish ekologik monitoringining manbalarda keltirilgan yillik ko'rsatkichlari

Monitoring tizimining muhim xususiyati o'lchashning o'zi bilan cheklanmasdan, olingan ma'lumotlarni yig'ish, uzatish, saqlash va qayta ishlash, ekologik vaziyatni tahlil qilish hamda boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlashdan iborat bo'lishidir. Shu sababli avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari ekologik boshqaruvning axborot asosini tashkil etadi.

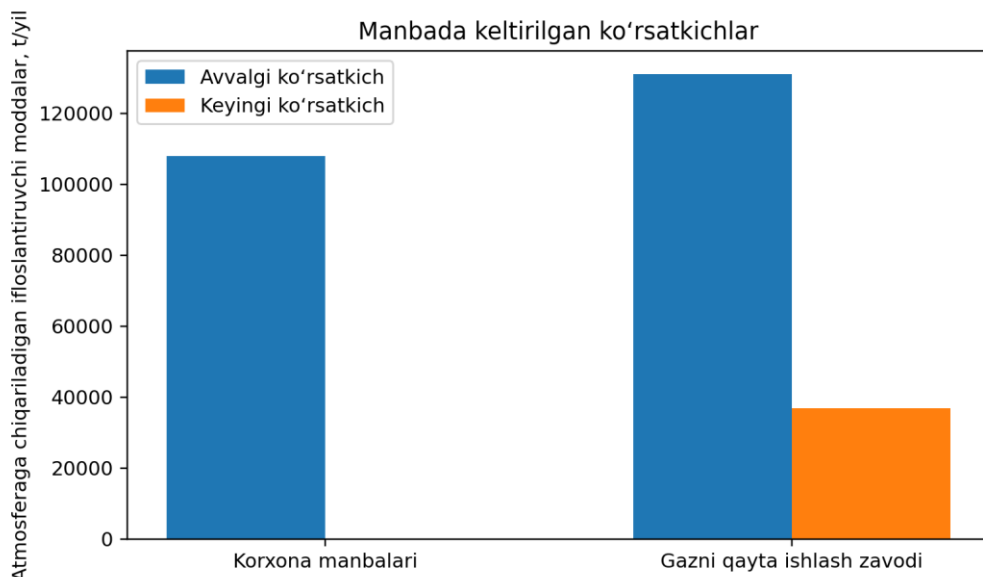
Texnologik jarayonlarni takomillashtirish ham ekologik xavfsizlikning muhim qismidir. Manbalarda past bosimli gazlarni yig'ish, propan-butan fraksiyasini tozalash, texnologik qurilmalarni rekonstruksiya qilish, quvurlar holatini nazorat qilish va kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish

kabi choralar qayd etilgan. Bunday tadbirlarning umumiy maqsadi chiqindilarni kamaytirish, resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish va texnologik uskunalarning ishonchliligini ta'minlashdan iborat.

3-jadval.

Ekologik ta'sirni kamaytirishga qaratilgan texnologik va tashkiliy choralar

Chora	Kutiladigan ekologik vazifa
Past bosimli gazlarni yig'ish	Atmosferaga chiqariladigan gaz miqdorini kamaytirish
Gaz fraksiyalarini tozalash	Ifloslantiruvchi komponentlarni kamaytirish
Quvurlarni diagnostika qilish	Oqish va avariya xavfini erta aniqlash
Korrozion himoyani takomillashtirish	Uskuna va quvurlar ishonchliligini oshirish
Kam chiqindili texnologiyalar	Chiqindi va resurs sarfini kamaytirish
Avtomatlashtirilgan monitoring	Ekologik holatni tezkor kuzatish va boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlash



2-rasm. Atmosferaga chiqindilar bo'yicha manbalarda keltirilgan taqqoslama ko'rsatkichlar

Manbalarda keltirilishicha, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va amaldagi ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish natijasida atmosfera chiqindilarining kamayishi qayd etilgan. Shu bilan birga, ekologik samaradorlikni baholashda monitoring ma'lumotlari muntazam ravishda texnologik ko'rsatkichlar bilan bog'lanishi zarur. Grafikda manbalarda berilgan sonli qiymatlar aynan keltirilgan shaklda tasvirlangan.

Ekologik xavfsizlikning yana bir muhim elementi favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlikdir. Gaz va suyuq uglevodorodlarni tashish tizimlarida texnik nosozliklar, tashqi aralashuvlar yoki quvur shikastlanishi ekologik oqibatlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli avariya holatlarini oldindan modellashtirish, tezkor harakat rejalarini ishlab chiqish, mas'uliyat va vakolatlarni belgilash hamda xodimlarni muntazam tayyorlash ekologik menejment tizimining ajralmas qismi bo'lishi kerak.

Ekologik menejmentning samaradorligi faqat texnik ko'rsatkichlar bilan emas, balki xodimlarning ekologik mas'uliyati, boshqaruvning uzluksizligi va jamoatchilik bilan axborot

almashinuvi bilan ham belgilanadi. Ko'rib chiqilgan materiallarda ekologik siyosat, xodimlarning ekologik talablarni bilishi, malakasini oshirish va aholiga ekologik faoliyat haqida ma'lumot berish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan.

XULOSA

Gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni ta'minlash texnologik, tashkiliy va monitoring choralarining yagona tizimda ishlashini talab qiladi. Ekologik xavflarni aniqlash va baholash, normativ talablarni bajarish, ekologik menejmentni uzluksiz takomillashtirish hamda ishlab chiqarish monitoringini kuchaytirish atrof-muhitga texnogen ta'sirni boshqarishning asosiy tarkibiy qismlaridir.

Manbalarda keltirilgan monitoring ma'lumotlari ekologik nazoratning katta hajmda olib borilishini ko'rsatadi. Atmosfera havosi, fakel osti hududlari va suv obyektlarini muntazam nazorat qilish texnologik jarayonlardagi o'zgarishlarni o'z vaqtida aniqlash uchun muhimdir. Past bosimli gazlarni yig'ish, gaz fraksiyalarini tozalash, quvurlarni diagnostika qilish, korroziyadan himoyalash va kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish ekologik xavfni kamaytirishga qaratilgan o'zaro bog'liq choralaridir.

Shunday qilib, ekologik xavfsizlikni boshqarish tizimi monitoring natijalarini tahlil qilish, aniqlangan xavflar bo'yicha tuzatish choralarini belgilash va texnologik jarayonlarni muntazam takomillashtirish tamoyiliga asoslanishi lozim. Mazkur yondashuv gaz-kimyoviy korxonalarda ishlab chiqarish barqarorligi va atrof-muhitni muhofaza qilish vazifalarini birgalikda hal etishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Быстрых В.В. Система экологической безопасности газохимического комплекса. Территория нефтегаз. 2007. № 2. С. 62–65.
- [2] Строганов С.В., Борщук Е.Л. Оценка и управление экологическими рисками в районе размещения крупного газохимического комплекса. Территория нефтегаз. 2008. № 6. С. 162–168.

EKOLOGIK ZARARNI IQTISODIY BAHOLASH VA BARQAROR RIVOJLANISHNI TA'MINLASHDA EKOLOGIK SIYOSAT MEXANIZMLARI

Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich, Mavlonov Dilmurod Norali o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

e-mail: ravshan_ecogis@yahoo.com.

Kadastr geonur engineering MCHJ. Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Maqolada antropogen faoliyat natijasida yuzaga keladigan ekologik zarar, uning iqtisodiy bahosi hamda barqaror rivojlanish sharoitida ekologik siyosat mexanizmlarining o'zaro bog'liqligi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi atrof-muhitga salbiy ta'sirni baholash, ekologik to'lovlar va tabiatni muhofaza qilish investitsiyalarining o'rnini yagona ilmiy yondashuv asosida umumlashtirishdan iborat. Material sifatida ekologik zarar va salbiy ta'sir uchun to'lovlarni hisoblashga bag'ishlangan ilmiy maqola hamda ekologik siyosat va barqaror rivojlanish masalalarini yorituvchi tadqiqotdan foydalanildi. Tizimli va qiyosiy tahlil, iqtisodiy baholash, statistik ma'lumotlarni guruhlash va grafik usullar qo'llanildi. Manbalarda keltirilgan hisob-kitoblarga ko'ra, 2006-yil ma'lumotlari asosida atrof-muhitga yetkazilgan yiriklashtirilgan ekologik

zarar 291,478 mlrd so'mni, salbiy ta'sir uchun to'lov 12,377 mlrd so'mni, atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga yo'naltirilgan investitsiyalar esa 68,2 mlrd so'mni tashkil qilgan. Natijalar ekologik siyosatda faqat to'lov undirish emas, balki ekologik zarar, real ifloslanish hajmi, texnologik yangilanish, monitoring va oldini olingan zarar ko'rsatkichlarini o'zaro bog'lash zarurligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv barqaror rivojlanishning iqtisodiy va ekologik maqsadlarini uyg'unlashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: ekologik zarar, ekologik siyosat, barqaror rivojlanish, ekologik to'lov, ekologik baholash, antropogen ta'sir, monitoring, tabiatni muhofaza qilish.

Аннотация. В статье рассматриваются экологический ущерб, его экономическая оценка и взаимосвязь механизмов экологической политики с задачами устойчивого развития. Цель исследования состоит в обобщении подходов к оценке негативного воздействия на окружающую среду и определении роли экологических платежей и природоохранных инвестиций в системе экологического регулирования. Материалами послужили научная работа по экономической оценке экологического ущерба и платежей за негативное воздействие, а также исследование экологической политики и устойчивого развития. Использованы системный и сравнительный анализ, экономическая оценка, группировка статистических данных и графическое представление результатов. Согласно расчетам, приведенным в источниках по данным за 2006 год, укрупненный нанесенный экологический ущерб составил 291,478 млрд руб., общая плата за негативное воздействие — 12,377 млрд руб., а инвестиции в охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов — 68,2 млрд руб. Полученные результаты показывают, что экологическое регулирование не должно ограничиваться платежами за загрязнение. Необходимо связывать экономические инструменты с фактическими объемами выбросов, сбросов и размещения отходов, экологическим мониторингом, технологическим обновлением и оценкой предотвращенного ущерба. Такой подход позволяет рассматривать экологическую политику как часть долгосрочной системы устойчивого развития.

Ключевые слова: экологический ущерб, экологическая политика, устойчивое развитие, экологические платежи, экономическая оценка, антропогенное воздействие, мониторинг, природоохранные инвестиции.

Abstract. The article examines environmental damage, its economic valuation, and the relationship between environmental policy instruments and sustainable development. The purpose of the study is to integrate approaches to assessing negative environmental impacts and to clarify the role of environmental payments and environmental protection investments within an ecological regulation system. The study uses two scientific sources: one devoted to the economic assessment of environmental damage and payments for negative impact, and another focused on environmental policy and sustainable development. A systems approach, comparative analysis, economic assessment, statistical grouping and graphical methods were applied. According to the source calculations based on 2006 data, the aggregated environmental damage amounted to 291.478 billion so'mes, payments for negative environmental impact amounted to 12.377 billion so'mes, while investments in environmental protection and rational use of natural resources reached 68.2 billion so'mes. The results indicate that environmental regulation cannot be reduced to pollution payments alone. Economic instruments should be linked with actual emissions, wastewater discharges and

waste placement, environmental monitoring, technological modernization and assessment of prevented damage. This integrated approach supports coordination between environmental quality, economic activity and long-term sustainable development objectives.

Keywords: *environmental damage, environmental policy, sustainable development, environmental payments, economic valuation, anthropogenic impact, monitoring, environmental investment.*

KIRISH

Barqaror rivojlanishning mazmuni iqtisodiy o'sish bilan bir qatorda tabiiy muhitning sifatini saqlash, resurslardan oqilona foydalanish va kelajak avlodlar manfaatlarini hisobga olishni talab qiladi. Taqdim etilgan manbalarda ekologik siyosatning asosiy vazifasi iqtisodiy faoliyat natijasida yuzaga keladigan ekologik yuklamani kamaytirish, tabiiy resurslarning qayta tiklanish imkoniyatlarini hisobga olish va ekologik talablarni iqtisodiy qarorlar bilan uyg'unlashtirish zarurligi bilan izohlanadi. Shu nuqtai nazardan, ekologik muammolarni faqat ma'muriy cheklovlar orqali emas, balki iqtisodiy baholash va rag'batlantirish vositalari yordamida boshqarish muhimdir.

Ekologik zarar tushunchasi atrof-muhit komponentlarining yomonlashuvi bilan cheklanmay, tabiiy, moddiy, moliyaviy va ijtimoiy yo'qotishlarni ham qamrab oladi. Atmosfera ifloslanishi aholi salomatligiga, suv va tuproq resurslariga, qishloq xo'jaligi hosildorligiga va asosiy fondlarning holatiga qo'shimcha xarajatlar orqali ta'sir qilishi mumkin. Suv muhitining ifloslanishi suv ekotizimlarining biologik mahsuldorligini pasaytiradi, suvning iste'mol xususiyatlarini yomonlashtiradi va tiklash xarajatlarini oshiradi. Yer resurslaridagi zarar esa tuproq xususiyatlarining buzilishi va qishloq xo'jaligi yerlarining iqtisodiy qiymati pasayishida namoyon bo'ladi.

Tadqiqotning maqsadi ekologik zarar va ekologik siyosatning iqtisodiy mexanizmlarini bir butun tizim sifatida ko'rib chiqish, mavjud hisoblash yondashuvlarini umumlashtirish va barqaror rivojlanish uchun ekologik monitoring, to'lovlar hamda tabiatni muhofaza qilish investitsiyalarining o'zaro bog'liqligini ko'rsatishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot uchun ikki ilmiy manbada keltirilgan ekologik zarar, salbiy ta'sir uchun to'lov, barqaror rivojlanish va ekologik siyosatga oid ma'lumotlar birlashtirildi. Birinchi manbada ekologik zarar suv resurslari, atmosfera havosi, transport chiqindilari hamda ishlab chiqarish va iste'mol chiqindilarini joylashtirish bo'yicha iqtisodiy qiymatlarda baholangan. Ikkinchi manbada esa ekologik siyosatning barqaror rivojlanish bilan bog'liqligi, atmosfera va suv resurslariga tushadigan yuklama, shaharlar bo'yicha havo ifloslanishi ko'rsatkichlari hamda iqtisodiy faollik va ekologik yuklama o'rtasidagi bog'liqlik yoritilgan.

Hisob-kitoblar manbalarda berilgan qiymatlarni qayta guruhlash asosida umumlashtirildi. Ekologik zarar uchun asosiy tarkibiy qismlar alohida ko'rsatildi. Ekologik to'lovlar va investitsiyalar bilan taqqoslashda manbada berilgan 2006-yil qiymatlari saqlandi. Atmosfera havosining holatini tavsiflash uchun 2000–2009-yillar bo'yicha bir nechta ifloslanish ko'rsatkichlari grafik ko'rinishda qayta tasvirlandi. Shunday qilib, yangi maqoladagi jadval va grafiklar manbalardagi sonli ma'lumotlarni yangi ilmiy kompozitsiya doirasida qayta ifodalaydi.

1-jadval.

Antropogen ta'sir natijasida ekologik zararining asosiy tarkibiy qismlari

Ta'sir yo'nalishi	Ekologik zarar, mlrd so'm	Baholash mazmuni
Suv resurslarining ifloslanishi	3,865	Ifloslantiruvchi moddalar massasi va ularning ekologik xavflilik koeffitsientlari
Atmosfera, statsionar manbalar	12,593	Atmosfera chiqarilgan moddalar va ularning nisbiy xavfliligi
Atmosfera, transport manbalari	3,913	Avtotransport chiqindilarining iqtisodiy bahosi
Chiqindilarni joylashtirish	76,215	Chiqindilar massasi va xavflilik sinfi
Jami	96,587	2006-yil ma'lumotlari asosida, 1999-yil narxlarida

NATIJALAR VA MUHOKAMA

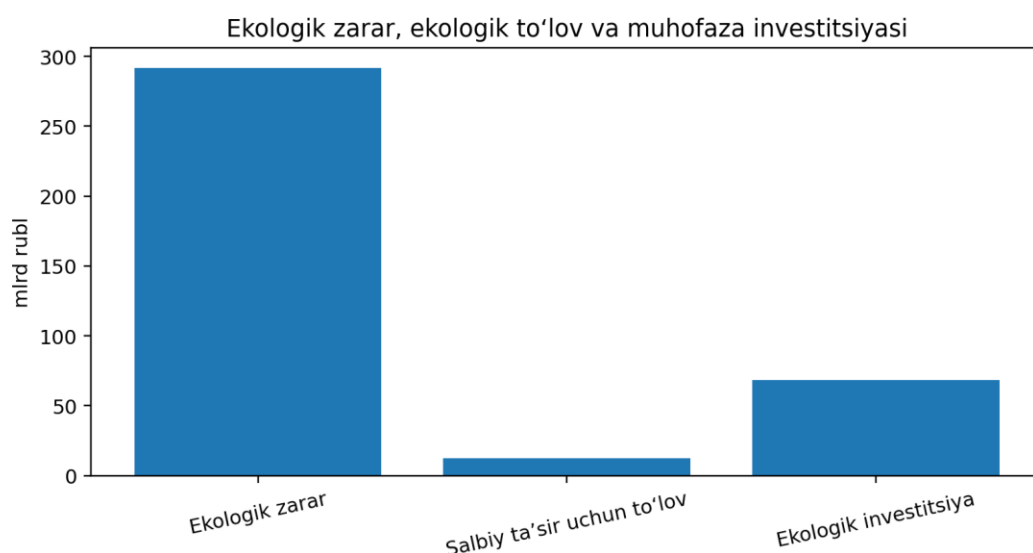
Manbalardagi hisoblashlar ekologik zararni alohida tabiiy resurslar bo'yicha baholash mumkinligini ko'rsatadi. Suv resurslari uchun zarar ifloslantiruvchi moddalarning keltirilgan massasi va ularning ekologik-iqtisodiy xavfliligi asosida aniqlangan. Atmosfera havosi bo'yicha statsionar va ko'chma manbalar alohida hisobga olingan. Chiqindilar bo'yicha esa joylashtirilgan massa va chiqindining xavflilik sinfi asosiy omillar sifatida qabul qilingan. Shu tarzda ekologik zarar faqat bir martalik moliyaviy to'lov emas, balki atrof-muhit komponentlarida yuzaga keladigan turli yo'qotishlarning yig'indisi sifatida namoyon bo'ladi.

Hisoblashlar natijasida suv resurslariga yetkazilgan zarar 3,865 mlrd so'm, statsionar manbalardan atmosfera havosining ifloslanishi bo'yicha zarar 12,593 mlrd so'm, transport manbalari bo'yicha 3,913 mlrd so'm va chiqindilarni joylashtirish bo'yicha 76,215 mlrd so'm miqdorida baholangan. Ularning yig'indisi 1999-yil narxlarida 96,587 mlrd so'mni tashkil etgan. Manbada keltirilgan deflyatorlar orqali 2006-yil narxlariga o'tkazilganda umumiy ekologik zarar 291,478 mlrd so'mga teng deb baholangan.

2-jadval.

Ekologik zarar va uni qoplash bilan bog'liq iqtisodiy ko'rsatkichlar

Ko'rsatkich	Miqdor, mlrd so'm	Izoh
Yiriklashtirilgan ekologik zarar	291,478	2006-yil narxlarida
Salbiy ta'sir uchun jami to'lov	12,377	2006-yil bo'yicha manbada keltirilgan
Atrof-muhitni muhofaza qilish investitsiyalari	68,200	2006-yil, amaldagi narxlarda
To'lov va investitsiyalar yig'indisi	80,577	291,478 mlrd so'mlik zarar bilan taqqoslash uchun



1-rasm. Manbalarda keltirilgan ekologik zarar, salbiy ta'sir uchun to'lov va ekologik investitsiyalarning taqqoslanishi

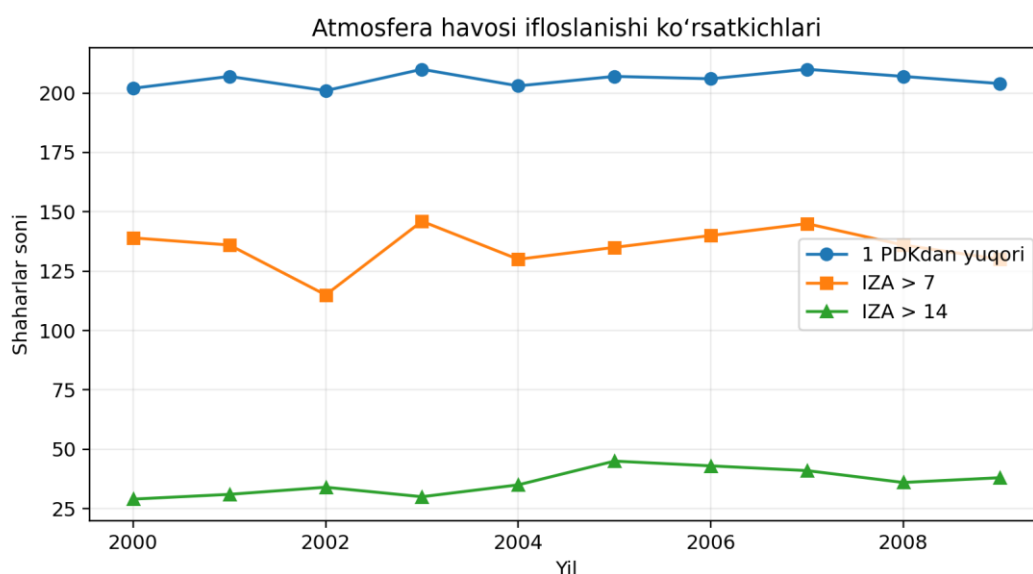
Taqqoslash natijasi ekologik zarar qiymati bilan uni iqtisodiy qoplashga yo'naltirilgan to'lov va investitsiyalar o'rtasida katta tafovut mavjudligini ko'rsatadi. Manba hisob-kitobida ekologik zarar 291,478 mlrd so'm, salbiy ta'sir uchun to'lov 12,377 mlrd so'm deb berilgan. Tabiatni muhofaza qilishga yo'naltirilgan investitsiyalar 68,2 mlrd so'mni tashkil qilgan. Demak, to'lov va investitsiyalar yig'indisi ham hisoblangan ekologik zarar miqdoridan past bo'lgan. Bu holat ekologik iqtisodiy mexanizmlarni faqat undiriladigan to'lov miqdori bilan baholash yetarli emasligini ko'rsatadi.

Ekologik siyosatning ikkinchi muhim jihati ekologik yuklamaning iqtisodiy faoliyat bilan bog'liqligidir. Ikkinchi manbada atmosfera chiqindilari hajmi iqtisodiy faollik dinamikasi bilan chambarchas bog'liqligi qayd etilgan. Bu holat texnologik tuzilmaning ekologik samaradorligi yetarli darajada o'zgarmasa, iqtisodiy o'sish bilan birga ekologik yuklama ham ortishi mumkinligini anglatadi. Shu sababli barqaror rivojlanish strategiyasida investitsiyalarni faqat ishlab chiqarish quvvatini kengaytirishga emas, balki ekologik samaradorlikni oshiruvchi texnologiyalarga yo'naltirish muhim.

3-jadval.

Atmosfera havosi ifloslanishining 2000–2009-yillardagi ayrim ko'rsatkichlari

Yil	1 PDKdan yuqori	IZA > 7	IZA > 14
2000	202	139	29
2001	207	136	31
2002	201	115	34
2003	210	146	30
2004	203	130	35
2005	207	135	45
2006	206	140	43
2007	210	145	41
2008	207	136	36
2009	204	130	38



2-rasm. 2000–2009-yillarda atmosfera havosi ifloslanishi yuqori bo'lgan shaharlar sonining manba ma'lumotlari asosidagi dinamikasi

Atmosfera ifloslanishining keltirilgan ko'rsatkichlari ekologik monitoringning faqat o'rtacha qiymatlar bilan cheklanmasligi kerakligini ko'rsatadi. 2000–2009-yillarda bir yoki bir nechta modda bo'yicha o'rtacha yillik konsentratsiyasi ruxsat etilgan chegaradan yuqori bo'lgan shaharlar soni 201 dan 210 gacha bo'lgan. IZA ko'rsatkichi bo'yicha yuqori va juda yuqori ifloslanish guruhlari ham saqlanib qolgan. Manbada IZA 7 dan 13 gacha bo'lganda ifloslanish yuqori, 14 va undan yuqori bo'lganda juda yuqori deb tavsiflangan. Bu ko'rsatkichlar hududiy ekologik siyosatda muntazam monitoring va maqsadli texnologik choralar zarurligini asoslaydi.

Suv resurslari bo'yicha manbada ifloslangan oqova suvlar hajmining ayrim davrlarda kamayishi har doim ham ekologik tadbirlar samaradorligi bilan bog'liq emasligi ko'rsatiladi. Ayrim o'zgarishlar suvdan foydalanuvchilar sonining kamayishi, monitoringning o'zgarishi yoki suvdan foydalanish hajmining qisqarishi kabi omillar bilan izohlangan. Shuning uchun ekologik siyosat samaradorligini baholashda faqat chiqindi yoki tashlama hajmining kamayishini emas, balki kamayish sabablarini ham hisobga olish zarur.

Ekologik zarar va oldini olingan ekologik zarar tushunchalarini farqlash ham muhimdir. Oldini olingan zarar tabiatni muhofaza qilish tadbirlari natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan salbiy oqibatlarining kamayishini iqtisodiy ifodalashga xizmat qiladi. Amaliy boshqaruvda bu yondashuv ekologik dasturlarning samaradorligini faqat sarflangan mablag' bilan emas, balki oldi olingan ekologik zarar miqdori bilan ham baholash imkonini beradi. Bunday baholash ekologik investitsiyalarni ustuvor yo'nalishlarga yo'naltirish uchun qo'shimcha mezon bo'la oladi.

XULOSA

Yangi umumlashtirilgan tadqiqot ekologik zarar, ekologik to'lovlar va barqaror rivojlanish siyosatini yagona ekologik-iqtisodiy tizim sifatida ko'rib chiqish zarurligini ko'rsatdi. Ekologik zarar atmosfera havosi, suv resurslari, yer va chiqindilar kabi turli komponentlarda namoyon bo'lib, uning iqtisodiy qiymati bevosita va bilvosita yo'qotishlarni qamrab olishi mumkin.

Manbalardagi 2006-yil ma'lumotlari bo'yicha yiriklashtirilgan ekologik zarar 291,478 mlrd so'mga, salbiy ta'sir uchun to'lov 12,377 mlrd so'mga va ekologik muhofazaga yo'naltirilgan

investitsiyalar 68,2 mlrd so'mga baholangan. Ushbu qiymatlar ekologik zarar bilan uni qoplash va kamaytirishga yo'naltirilgan iqtisodiy resurslar o'rtasidagi tafovutni ko'rsatadi. Shu sababli ekologik to'lovlar ekologik natijalarni baholashning yagona mezonini bo'la olmaydi.

Barqaror rivojlanish uchun ekologik siyosatni uchta o'zaro bog'liq yo'nalishda takomillashtirish muhim: real ekologik yuklamani muntazam monitoring qilish, ekologik zarar va oldini olingan zararni iqtisodiy baholash hamda investitsiyalarni resurs tejamkor va ekologik samarador texnologiyalarga yo'naltirish. Atmosfera, suv va chiqindilar bo'yicha alohida ko'rsatkichlarning yagona monitoring tizimiga birlashtirilishi hududiy qarorlarning asoslanganligini oshiradi.

Shunday qilib, ekologik siyosatning iqtisodiy mexanizmlari ekologik nazorat, ilmiy asoslangan baholash, texnologik modernizatsiya va jamoatchilikning ekologik xabardorligi bilan uyg'unlashgandagina barqaror rivojlanish maqsadlariga xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Костылева Н.В., Микишева В.И., Сорокина Т.В. Экологический ущерб: вопросы, вопросы. Экологическая безопасность и природопользование.
- [2] Мкртычян Г.М., Тагаева Т.О. Экологическая политика: на пути к устойчивому развитию. ЭКО. 2012. № 7.
- [3] Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. Москва, 1999.
- [4] Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Москва, 1999.
- [5] Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году.
- [6] Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Москва, 2007.

ATROF-MUHIT MUHOFAZA QILISHDA NEFT VA GAZ SOHASINI BARQARORLASHTIRISH

To'laboyeva Dilnoza Nusratullayevna
Iqtisodiyot va Pedagogika Universiteti
Qarshi davlat universiteti
Email: dilnozato'laboyeva@gmail.com.

Annontatsiya. Bu maqolada neft va gaz sanoatidagi chiqindilarini atrof-muhitga salbiy ta'siri, ekologik vaziyatning yomonlashuvi, xususan, neft, gaz mahsulotlarini tashish va saqlashdagi atmosferaning bulg'anishi va uning salbiy ta'sirlari xususida ma'lumotlar keltirilgan. Shu jumladan neft va gaz mahsulotlari ishlab chiqarish zonalari atrofidagi tuproqlarning zararlanishi va uning salbiy oqibatlari tuproq tarkibining buzilishi kabi muammolar yoritilgan.

Kalit so'zlar: neft va gaz, mahsulot, chiqindi, biologik xilma-xillik, atmosfera, modernizatsiyalash, uglerod oksidi, azot, minerallar, kondensatlar, komponent.

Аннотация. В этой статье представлена информация о негативном воздействии выбросов нефтегазовой отрасли на окружающую среду, ухудшении экологической ситуации,

в частности о загрязнении атмосферы при транспортировке и хранении нефтегазовых продуктов и его негативных последствиях. Включая такие проблемы, как повреждение почвы и его негативные последствия, рассматривается деградация состава почвы.

Ключова слова: Нефть и газ, продукты, отходы, биоразнообразие, атмосфера, модернизация, угарный газ, азот, минералы, конденсаты, компоненты.

Annotation. This article provides information on the negative impact of oil and gas industry emissions on the environment, the deterioration of the environmental situation, in particular, atmospheric pollution during the transportation and storage of oil and gas products and its negative effects. Including problems such as soil damage and its negative consequences, soil composition degradation are covered.

Key words: oil and gas, product, waste, biodiversity, atmosphere, modernization, carbon monoxide, nitrogen, minerals, condensates, component.

KIRISH

Barchamizga ma'lumki, neft va gaz sanoatining chiqindilari havo va suv havzalari, tuproq va biologik xilma-xillik uchun xavf tug'diradi. Bu chiqindilar yirik ekologik muammolarni keltirib chiqarishiga, sog'liq uchun xavflarni oshirishiga va tabiiy resurslarning ifloslanishiga olib kelishi mumkin. Neft va gaz sanoatining chiqindilarining atrof-muhitga ta'siri, ularning manbalari, tarqalishi va kamaytirish choralarini tahlil qilish orqali ushbu muammolarni hal etishga qaratilgan tavsiyalar ishlab chiqilmoqda. Atrof-muhitni muhofaza qilish va barqaror rivojlanish uchun ushbu sanoat chiqindilarining salbiy ta'sirlarini kamaytirishga oid yangicha yondashuvlar va amaliy chora-tadbirlarni ishlab chiqish zaruriyati mavjud. Mamlakatimizdagi tabiiy resurslar va atrof-muhitni muhofaza qilish bo'yicha zarur shart-sharoitlarni yaratish barqaror rivojlanishni ta'minlovchi asosiy omillar hisoblanadi. Aholining salomatligini ta'minlashning muhimligini hisobga olgan holda mustaqilligimizning dastlabki yillaridan tabiiy muhitni asrash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga kirishildi. Qashqadaryo zaminida davlat balansi hisobidagi 55 dan ziyod gaz va gazli kondensat konlari aniqlangan. Bu konlardan 6 tasi gaz-neftli, ikkitasi neftli, 24 tasidan ziyodi gaz-kondensatli va 3 tasi gaz konlaridir.

Neftning tarkibida turli xil tuzilishdagi uglevodorod aralashmasi mavjud bo'lib, tabiiy yonuvchan yog'li suyuqlik hisoblanadi. Undan tashqari, neft tarkibida oz miqdordagi kislorod va oltingugurtli birikmalar va juda oz miqdorda azotli birikmalar mavjud. Neft tarkibiga merkaptan, naften kislotalari, asfaltenlar va boshqa organik birikmalar kiradi. Bundan tashqari, neft tarkibida 10% gacha suv va 4%gacha gaz mavjud. Oz miqdorda mineral tuzlar va iz elementlari mavjud. Neft qazib olish va qayta ishlash natijasida 48% uglevodorodlar va 44% uglerod oksidi hosil bo'ladi. Ushbu moddalar atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi chunki ular ifloslantiruvchi moddalardir.

Korxonalaridan chiqayotgan chiqindi zararlari tuproq qatlamiga, girosfera, atmosferaning ifloslanish holatlariga olib keladi. Ifloslangan hududda yuzaga keladigan ekologik vaziyatning yomonlashishi munosabati bilan biz o'simlik va hayvonot olamining holati sezilarli darajada yomonlashayotganligini ko'rmoqdamiz. Tuproq neft mahsulotlari bilan ifloslanganida, ularning bir qator xususiyat va belgilari o'zgaradi.

Birinchidan, tuproqning morfologik xususiyatlariga ta'sir qiluvchi jismoniy xususiyatlari o'zgaradi, tuproqdagi havo almashinuvi buziladi, suv oqimi qiyinlashadi va shunga mos ravishda

tuproq organizmalarining hayotiy faoliyatini ta'minlash uchun zarur bo'lgan turli xil ozuqa moddalari yo'qoladi.

Yerni muhofaza qilish – yerning holatini yomonlashtiradigan jarayonlarni oldini olish va bataraf etishga qaratilgan tashkiliy, iqtisodiy, agrotexnik, meliorativ, iqtisodiy va huquqiy chora-tadbirlarning majmui hisoblanadi. Sanoat korxonalari atrofidagi tuproqlarning yaroqsiz holga kelib qolishi va o'sha yerdagi o'simlik, hayvonot dunyosi butunlay yuqolib ketayotgani juda achinarli holat. Bu kabi muammolar butun dunyo miqyosida globallashib bormoqda.

Shu o'rinda, neft va gaz sanoati chiqindilarining atrof-muhitga salbiy ta'sirlarini tahlil qilish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar, ekologik xavf-xatarlarni kamaytirish va barqaror rivojlanishni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. O'simliklarni qoplamini buzilishi boshqa elementlarning hayot faoliyatiga ham ta'sir qilmasdan quymaydi. Ifloslanishning eng xavfli turlaridan biri gidrosferaning zararlanishidir, chunki suv, o'simliklar hayot manbai va ko'plab hayvonlar uchun yashash muhitidir. Suv yuzasiga neft mahsulotlari tarqalib, suv havzalarining katta maydonini ifloslantiradi. Neft mahsulotlarining tarqalishi natijasida hosil bo'lgan yupqa neft plyonkasi havo almashinuviga, shu bilan birga o'simlik va hayvonot dunyosiga sa'lbiy ta'sir ko'rsatadi.

Neft mahsuloti tirik organizmlarga ta'siri fiziologik faollikning buzilishiga, organizmga uglevodorodlarning kirishi natijasida kelib chiqadigan kasalliklar, yashash muhitining biologik xususiyatlaridagi o'zgarishlariga olib keladi.

Qashqadaryo viloyatidagi Sho'rtangaz kimyo majmuasi misolida ko'radigan bo'lsak, ishlab chiqarish jarayonidagi ajralib chiqadigan turli xildagi zararli chiqindilar atrof-muhitga o'z salbiy ta'sirlarini ko'rsatmoqda.

Bular:

- atmosferaga chiqadigan zararli moddalar, uglerod oksidlari, azot oksidlari, oltingugurt oksidlari va uglevodorodlar;

- atrof-muhitga qattiq va suyuq chiqindilarni chiqishi asosan alyuminiy oksidi, silikagel, tsiklogeksanni tozalashdan hosil bo'lgan reagentlar va quyi molekulyar polimerlar;

- zavoddan chiqadigan to'liq tozalanmagan oqova suvlar – maishiy oqova suvlar, yog'li oqova suvlar, kimyoviy moddalarni tutgan minerallashgan oqova suvlar;

Majmuadan chiqadigan chiqindilar tarkibidagi turli xildagi zararli moddalar ya'ni, oltingugurt oksidlari, azot oksidlari, uglerod oksidlari va boshqa turdagi barcha komponentlar biosferaga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Birgina Sho'rtan neft gaz va gazni qayta qazib olish boshqarmasi kondensatni barqarorlashtirish sexida texnologik qurilmalarni modernizatsiyalashiga ko'ra suyuq uglevodorodlar va barqarorlashmagan gaz kondensatini chuqur qayta ishlash hisobiga suyultirilgan gaz ulushini ko'paytirish taklifi qilingan.

Innovatsion texnologiyalar asosida neft va gaz mahsulotlarini qazib olish, ularni qayta ishlash hamda gaz kondensati va neft mahsulotlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga ko'ra uglevodorod resurslari qidiruvi yo'nalishida geologik qidiruv ishlarini ustuvor rivojlantirishni tashkil etishning maqsadga muvofiqligi asoslangan.

Bu kabi sanoat korxonalaridan chiqarilayotgan zaharli chiqindilar oqova suvlarning ekotizimiga, gazlarni qayta ishlashdagi chiqindi gazlar hamda metanning atmosferaga tarqalishi. Konlarni ochish va quvurlar yotqizish jarayonida yer ustki ya'ni tuproq qatlamining buzilishi asosiy ekologik muammolarni keltirib chiqarmoqda.

Buning uchun sohani barqaror rivojlantirish yo'lida:

-ekologik yangi texnologiyalar: ishlab chiqarishda innovatsion va energiya tejamkorligidagi yechimlarni joriy etish;

-raqamlashtirish: texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish orqali resurs sarfi va chiqindilarni kamaytirish;

-xalqaro stansiyalar:ISO kabi xalqaro ekologik talablarga moslashish va davlat ekologik ekspertizasidan o'tish;

-qayta tiklanadigan energiya: sanoat obyektlarida muqobil energiya manbalaridan foydalanish ko'lamini oshirish.

Ekotizimlarga zararlarni kamaytirish maqsadida, an'anaviy usullar (mexanik tozalash yoki kimyoviy erituvchilar) ko'pincha ikkilamchi zarar keltirishi sababli, zamonaviy jahon ilmiy hamjamiyati "yashil", yuqori texnologiyali va barqaror yechimlarga e'tibor qaratmoqda.

Xorijiy olimlarning ishlariga ko'ra, neft va gaz sanoatining chiqindilari atrof-muhitga katta zarar yetkazadi. Masalan, Murray va Williams o'zining "Environmental Impacts of Oil and Gas Operations" kitobida neft va gaz qazib olish va qayta ishlash jarayonlaridan chiqadigan chiqindilarning atrof-muhitga ta'sirini batafsil tahlil qiladi. Ularning tadqiqotlari, sanoat chiqindilarining havo, suv va tuproq ifloslanishiga olib kelishini ko'rsatadi va bunday ifloslanishni kamaytirish uchun zarur choralarni belgilaydi. Mahalliy olimlarimizning ishlarida ham ushbu muammo yoritilgan.

Akramov B.Sh. o'z ilmiy ishida mamlakatimiz sharoitida neft va gaz sanoatining chiqindilari sabab bo'ladigan ekologik muammolarni o'rganadi va ularni bartaraf etish bo'yicha takliflar beradi. Akramovning tadqiqotlari O'zbekistonda neft va gaz sanoatining chiqindilarini boshqarishning milliy xususiyatlarini va imkoniyatlarini ko'rsatadi. Shuningdek, S. Rahimov "Neft va gaz sanoatining chiqindilarini kamaytirish va ularning ekologik ta'sirlarini tahlil qilish" maqolasida sanoat chiqindilarini kamaytirish va ularning ekologik ta'sirlarini o'rganishga qaratilgan yondashuvlarni taqdim etadi. Xorijiy va O'zbekistonlik olimlarning tadqiqotlari neft va gaz sanoati chiqindilarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini aniqlash va bartaraf etish bo'yicha keng ko'lamli ma'lumotlar va tavsiyalar beradi. Ushbu tadqiqotlar ekologik xavfsizlikni ta'minlash va barqaror rivojlanishni qo'llab-quvvatlash uchun muhim manba hisoblanadi. Shu jumladan, yetakchi institutlar va universitetlarning olimlari atrof-muhitni neft mahsulotlaridan ifloslanishini oldini olish va saqlash maqsadida kashfiyotlar ustida ishlashmoqda.

Dunyo tan olgan olimlarning eng so'nggi ilmiy ishlaridan:

1.Prof. Geyxua Yu (Guihua Yu) – Ostindagi Texas Universiteti (AQSh). Induksion isitish tizimiga ega ikki qatlamli mesh-rolıklar (Dual-layer gel-coated mesh rollers). Prof. Geyxua Yu-maskur kashfiyotda- suv yuzasidagi neftni 99 % gacha aniqlik bilan ajratib oluvchi maxsus rolík yaratilgan. Bu tizimga kontaktsiz induksion isitish texnologiyasi o'rnatilgan bo'lib u yopishqoq neftni 90 °C gacha qizdiradi. Natijada neftning qovushqoqligi kamayadi va uni soatiga 1 kvadrat metrdan 1400 kg gacha tezlikda yig'ib olish imkonini yaratadi. Bu hozirgi kundagi an'anaviy skimmerlardan 10 baravar tez ishlaydi.

2. Dr. Yugen Jang (Yugen Zhang) – STAR Biomuhandislik va Nanotexnologiya Instituti (Singapur). Bu kashfiyot "Supergelatorlar" (supergelatorlar - juda oz miqdorda qo'shilganda neft mahsulotlarini gelga o'xshash yarim qattiq holatga keltira oladigan modda) – neft mahsulotini gelga aylantiruvchi nanotuzilmalar.

3. Dr. Yugen Jang- olimlari suvga purkalganda neft molekulalari bilan bir necha daqiqada reaksiyaga kirishadigan maxsus molekulalarni sintez qilishadi. Bu nanotuzilmalar neftni suv

yuzasida suzib yuruvchi Squirrel (bu ham gelga o'xshash) holatiga keltirib qo'yadi. Mazkur kashfiyotning maqsadi – neftning suv tubiga cho'kishi yoki qirg'oq ekotizimlariga tarqalib ketmasligini oldini olish va uni maxsus to'rlar yordamida mexanik yig'ib olishni osonlashtiradi.

4. Shimoliy-Sharqiy Universitet olimlari (Northeastern University, AQSh).

Magnitli uglerodli nano-gubkalar - g'ovakli gubka sirtini suvni qaytaruvchi (gidrofob) va temir-oksidli nanokompozitlar bilan qopladi. Bu "aqilli" gupka o'z vaznidan 90 barobargacha ko'p neftni yutishga muljallangan. Eng asosiysi, neftga to'yingan gupkalarni okeandagi to'lqinlar orasidan magnit maydon yordamida masofadan boshqarib yig'ib olish mumkin. Bu jarayon tugagacha gupkani qayta siqib, neftni ajratib olish va gupkani yuzlab marta ishlatish imkoni isbotlandi.

5. BioGlobe tadqiqot markazi (Buyuk Britaniya).

Buyuk Britaniyaliklar – maqsadli fermentlarni tozalash bo'yicha ish olib borishgan.

BioGlobe olimlari neftning og'ir zaharli zanjirlarini (C35+ fraksiyalarini) parchalaydigan maxsus laboratoriya fermentlarini (lakkaza va lipazalar) ishlab chiqishdi. Ushbu fermentlar neftni biologik zararsiz moddalarga o'tkazib, qolgan qismini esa tabiatdagi mahalliy mikroorganizmlar osonlikcha yeb bitiradi. Bu esa kimyoviy erituvchilardan farqli ravishda, dengiz planktonlari va baliqlarga mutloq zarar keltirmasligi bilan ahamiyatlidir.

Ekologik vaziyat butun dunyo global muammosi aylanib borayotganligi tufayli soha mutaxassislari sun'iy Intelkt va nanotexnologiyalarning barcha jabhalaridagi tadqiqotlarni ommaga taqdim etmoqdalar. Ya'ni sun'iy mikrob konsorsiumlarini yaratishmoqda.

-Neft uglevodorodlarini parchalashga ixtisoslashgan bakteriyalar, mikrosuvo'tlar va zamburug'larni birlashtirib, yuqori samarali guruhlar (konsorsiumlar) yaratishmoqda.

Bu usullar bilan ular mikroorganizmlarning yashab qolish va neftni parchalash tezligini keskin oshirishga erishmoqdalar.

Yan bir tadqiqotlarga misol bu - neft mahsulotlarini ekotizimlarga minimal darajaga tushirish uchun "erta ogohlantirish" sistemasini joriy etmoqdalar. Bu sun'iy intellekt yordamida ishlovchi tizimlar shamol, okean oqimlarini va harorat ma'lumotlarini real vaqt rejimida tahlil qilib, neft dog'ining qaysi yo'nalishda harakat qilishini va qaysi nozik ekotizimga xavf solishini aniq bashorat qilmoqda.

Texnologiyalar rivojlangan davrda -Sar va Dronlar ya'ni sun'iy yo'ldoshlar va avtonom suv osti apparatlari orqali hattoki mikroskopik oqmalarni ham aniqlash texnologiyalari takomillashtirilmoqda.



"O'ZBEKISTON – 2030" STRATEGIYASI

III. Suv resurslarini tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish



Respublikaning suv resurslari balansi ishlab chiqiladi va suv resurslari doimiy ravishda monitoring qilib boriladi



Suv yetkazish tizimidagi tuproq qoplamali kanallarni **beton qoplamaga** o'tkazish dasturi ishlab chiqiladi



Gilam va avtomobillar yuvish shoxobchalari faoliyatida **suvni tejovchi va qayta ishlovchi** texnologiyalarni (sirkulyar) joriy etish tartibi ishlab chiqiladi



Shahar va tuman markazlarida har **50 – 100 ming aholi uchun "jamoat parklari"** tashkil qilinadi



Har yili **bahorda 125 million tup** va **kuzda 75 million tup** manzarali, mevali daraxtlar va butalar ko'chatlari ekiladi



Respublikaning o'rmon bilan qoplanganlik darajasi **30 foizga yetkaziladi**



Orolbo'yi mintaqasidagi o'rmonzorlar **2,3 million gektarga yetkaziladi**



Orolbo'yi mintaqasida **chang bo'ronlarining shakllanish sharoitlari va tarqalish mintaqalarini** prognozlashtirish dasturi joriy qilinadi



"Zarafshon" milliy tabiat bog'i **2 ming gektarga**, "Surxon" va "Nurota" davlat qo'riqxonalari hududi **4-5 ming gektargacha** kengaytiriladi



Qattiq maishiy chiqindilarni to'plash xizmatlari bilan **qamrab olinmagan mahallalar** xatlovdan o'tkaziladi va aholini **chiqindilarni to'plash xizmatlari bilan to'liq qamrab olish** choralari ko'riladi

@huquqiyaxborot_lotin

XULOSA

Butun dunyo miqyosida neft va gaz sanoati iqtisodiy hamda energetik xavfsizlikning eng muhim qismi bo'libgina qolmasdan, ekologik katta muammolarga sabab bo'layotganini yaqqol namoyon. Ushbu maqolada takidlab o'tilganidek, uglevodorodlarni qazib olish ularni qayta ishlash natijasida atmosferaga issiqxona gazlarini ajralib chiqishiga barcha suv resurslarining ifloslanishiga va bioxilma-xillikning yo'qolib borishiga sababdir.

Mamlakatimizda ekologiya va atrof-muhit muhofazasi kirib bormagan soha qolmaganligi barchaga ma'lum va bu borada har bir soha vakillari ish yuritishlari zarurligi haqida qonunlar ham ishlab chiqilmoqda. Butun jahondagi olib borilayotgan neft va gaz sohasini barqarorlashtirish faqatgina ekologik sohaga tegishli emas. Bu kelajak avlodning energiyaga bo'lgan ehtiyojini qondirish va sayyoramiz tabiatni bilan bioxilma-xilligini asrab qolish masalasi hamdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] Uzakov, Z. Z., & Jumayeva, M. D. (2024). Neft va gaz sanoati korxonalari chiqindilari
- [2] tahlili. Sanoatda Raqamli Texnologiyalar, 2(02). Retrieved from
- [3] <https://ojs.qmii.uz/index.php/sr/article/view/801>
- [4] Vahobov Sh. V. (2021) Neft va gaz sanoatida ishlab chiqarishni resurslardan foydalanish
- [5] usullarining ilmiy-nazariy asoslari // Ekonomika i sotsium. №11-1 (90).
- [6] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neft-va-gaz-sanoatida-ishlab-chi-arishni-resurslardan-foydalanish-usullarining>
- [7] resurslardan foydalanish-usullarining-
- [8] Olimova D.A Shaxrisabz Davlat pedagogika instituti o'qituvchisi- neft va gaz konlarining atrof muhitga ta'siri . maqola.

[9] Abdullayev S.I. Nazarov M.G. Siletib landshaftlarining xususiyatlar. // O'zbekiston Geografiya jamiyati axborot. 51-jild. – Toshkent 2017.

[10] Q. Tulkin Vaitovich – Iqtisodiyot fanlar bo'yicha falsafa doktori dissertatsiyasidan. NEFT VA GAZ SANOATI BARQARORLIGINI TA'MINLAYDIGAN STRATEGIYALARNI TAKOMILLASHTIRISH.

[11] Axatov A. G. Ekologiya. Ensiklopedik lug'at. Axatov A.G. Ekologiya. Ensiklopedik lug'at. - Qozon=Qozon, TKI, Ekopolis, 1995. - 168-bet (tarqatish 5000),

α -AMINO BUTIRONITRILLAR ASOSIDA YANGI AVLOD ORGANIK SORBENTLARINI OLISH

**Izbosarova Gulnoza Shonazar qizi, Tursunova Zarina Maxsud qizi, Kodirov
Abduaxad Abduraximovich**

Qarshi davlat universiteti. Qarshi. O'zbekiston. izbosarovagulnoza2001@gmail.com

Аннотация. Ушбу мақолада табиий газларни турли қўшимча газлардан айниқса олтингугуртли газлардан тозалашда янги авлод сорбентларнинг қўллаш ва уларнинг самарадорлиги таҳлил қилинган. Шу билан бирга ушбу мақолада табиий газни қўшимча газлардан тозалашда саноатда қўлланиладиган анъанавий аминларнинг сорбциялаш самарадорлиги билан янги сорбентнинг яъни α -аминобутиронитрилларнинг ўзаро қийсий таҳлили амалга оширилган. Ушбу сорбентнинг сорбциялаш самарадорлигига таўқи омилларнинг таъсири ўрганилган. Мақолада кўриб чиқилган сорбентларнинг олиниши ва уларнинг кимёвий реакцияларининг боришига турли омилларнинг таъсири ўрганилган.

Калим сўзлар: α -аминобутиронитриллар, янги авлод, абсорбция, табиий газ, водород сульфид, реакция маҳсулоти, таиқи омил, ИҚ-спектр, қайнаш ҳарорати.

Аннотация. В данной статье анализируется применение сорбентов нового поколения и их эффективность при очистке природных газов от различных примесей, в частности от серосодержащих соединений. Проводится сравнение эффективности сорбции с использованием нового сорбента — α -аминобутиронитрилов — и традиционных аминов, применяемых в промышленности для очистки природного газа от примесей. Исследуется влияние внешних факторов на эффективность сорбции данным сорбентом. Также рассматривается воздействие различных факторов на процесс получения рассматриваемых сорбентов и ход протекающих с их участием химических реакций.

Ключевые слова: α -аминобутиронитрилы, новое поколение, абсорбция, природный газ, сероводород, продукт реакции, внешний фактор, ИК-спектр, температура кипения.

Абстракт. This article analyzes the application and effectiveness of new-generation sorbents in removing various impurities—specifically sulfur-containing compounds—from natural gas. It compares the sorption efficiency of a novel sorbent (α -aminobutyronitriles) with that of traditional amines currently used in the industry for natural gas purification. The study examines the influence of external factors on the sorption efficiency of this new sorbent and investigates how various factors affect both the synthesis of the sorbents and the chemical reactions in which they participate.

Кейвордс: α -aminobutyronitriles, new generation, absorption, natural gas, hydrogen sulfide, reaction product, external factor, IR spectrum, boiling point.

KIRISH. Bugungi kunda jahon va mamlakatimiz neft-gaz sanoatining eng dolzarb vazifalaridan biri tarkibida vodorod sulfidi va uglerod dioksidi bo'lgan tabiiy gazlarni yuqori samaradorlik bilan tozalash hamda atrof-muhit muhofazasini ta'minlash hisoblanadi. Gaz tarkibidagi vodorod sulfidi kuchli zaharli modda bo'lishidan tashqari, magistral gaz quvurlari va texnologik uskuna metallarini intensiv ravishda korroziyaga uchratadi va uni yemiradi.

Adabiyotlarda keltirilgan ilmiy ishlarda gazni qayta ishlash korxonalaridagi karbonat angidridi ishtirokidagi korroziya muammolari haqida ilmiy qarashlarini berib o'tgan. Uning fikricha quvurlar orqali yuborilayotgan nam gaz tarkibida karbonat angidridi bo'lishligi, uning asta sekinlik bilan sovishi oqibatida kondensat va suv fazalari hosil bo'lishini ko'rsatgan. Suvning hosil bo'lishi va unda erigan karbonat angidridi ishtirokidagi korroziya jarayonining mexanizmlarini keltirib o'tilgan [1].

Bir qancha mualliflar o'z ilmiy tadqiqot ishlarida ishlarda gazlarni tashish qilish vaqtidagi karbonat angidridi va suv ta'siri oqibatida kelib chiquvchi turli korroziya jarayonlarining oldini olishda ingibitorlarning ahamiyati nihoyatda yuqori ekanligini ko'rsatib bergan [2].

MATERIALLAR VA USULLAR

Ushbu tadqiqot ishida tabiiy gaz tarkibidagi vodorod sulfidi va karbonat angidridi gazlarini sorbsiyalashda yangi bisbuteronitrildiamin moddasidan foydalanildi. Ushbu moddaning 20 %-li eritmasi tayyorlandi. Tadqiqot obekti hisoblangan bisbuteronitreloyetilendiamin molekulasi tabiiy gaz tarkibidagi nordon gazlarni sorbsiyalash samaradorligi davlat standarti talablari yo'riqnomasi asosida olib borildi.

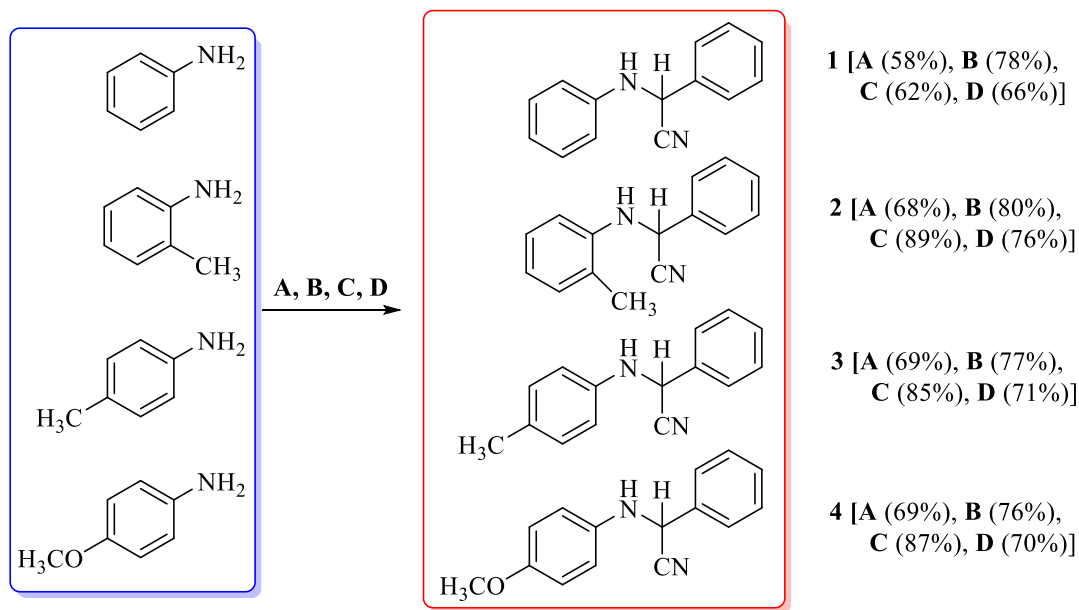
NATIJALAR VA MUHOKAMASI

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, tabiiy gazlarni vodorod sulfididan tozalashda alkanolaminlar va zamonaviy kompozitsion sorbentlarning qo'llanilishi va samaradorligi tahlili muhim hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda ishida sanoatda qo'llaniladigan an'anaviy aminlarning afzallik va kamchiliklarini qiyosiy tahlil qilish hamda yangi avlod absorbenti hisoblangan bisbuteronitreloyetilendiamin birikmasining samaradorligini ilmiy asoslashdan iborat. Benzaldegidsiangidrin (BCH) turli aromatik aminlar bilan reaksiyalari o'rganildi. Aromatik amin komponentlar sifatida anilin, o-, n-toluidinlar va n-anizidin ishlatilgan.

Sintez davomida kutilgan α -aminofenilatsetonitrillar adabiyotlarda ma'lum bo'lib, ularda olingan mahsulotlarning unumi to'g'risida ma'lumotlar keltirilmagan. Shuningdek ularning sintezida sianlovchi agent sifatida sianid kislotaning o'ta zaharli tuzlari ishlatilgan [1].

Bisetilendiamin (yoki butironitril asosli etilendiamin unumlari) tabiiy va sanoat gazlarini vodorod sulfididan tozalashda kimyoviy absorbent (sorbent) sifatida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan zamonaviy organik birikmadir. Ushbu moddaning sorbsiyalash samaradorligi uning molekulyar tuzilishi, tarkibidagi faol funksional guruhlar va vodorod sulfid gazi bilan o'zaro kimyoviy ta'siriga asoslanadi. Ushbu birikmaning sorbsiyalash samaradorligi bir qancha asosiy omillariga tayanadi. Bu molekula tarkibidagi etilendiamin fragmenti (amin guruhleri) asos xossasini namoyon qilib, nordon gaz hisoblangan vodorod sulfidi bilan kuchli kimyoviy bog'lanadi (xemosorbsiyalaydi). Etilendiamin fragmentining asosligini oshirishda buteronitril guruhidagi metil guruhleri ham o'zlarining mezomer effektlari va qisman boshqa qo'shimcha effektlari bilan qatnashib, azot atomidagi elektron zichlikni oshiradi. Nitril guruhleri (buteronitril qismi) esa

absorbentning selektivligini (tanlovchanligini) oshiradi va uglevodorod gazlari (metan, etan) ning absorbent molekulasiga yutilishining oldini oladi.



A usul: Амин:ВСН- 1:1, гексан, 68°C, 2 соат.

B usul: Амин:NaCN:PhCHO - 1:1:1, гексан, 68°C, 2 соат, AcOH (5%, 10 мл), 0.5 соат.

C usul: Амин:KCN:PhCHO - 1:1:1, гексан, 68°C, 2 соат, AcOH (5%, 10 мл), 0.5 соат.

D usul: Амин:NH₄CN:PhCHO - 1:1:1, гексан, 68°C, 2 соат, AcOH (5%, 10 мл), 0.5 соат.

Ushbu birikmaning sorbsiyalash samaradorligi yuqoriligini tasdiqlovchi yana bir asosiy omillardan biri uning yuqori selektivlik (tanlovchanlik) darajasidir. Tabiiy gaz tarkibida karbonat angidrid gazi ham mavjud. Aminonitril birikmalari aynan vodorod sulfidiga nisbatan o'ta yuqori selektivlikka ega bo'lib, keskin ravishda faqat vodorod sulfidini yuqori tezlikda o'ziga yutadi. Xuddi shuningdek, ushbu absorbent sanoatda keng qo'llaniladigan an'anaviy aminlar (masalan, monoyetanolamin) gaz tozalash qurilmalarida kuchli korroziya jarayonini yuzaga keltiradi. Aminonitril birikmalari asosidagi sorbentlar esa metall konstruksiyalarni yemirish xavfini keskin kamaytiradi [2-3].

Ushbu absorbent regeneratsiya (qayta tiklanish) qobiliyati bo'yicha sanoatda qo'llanilayotgan absorbentlarga nisbatan ancha ustunliklarga ega. Ushbu sorbent vodorod sulfid molekulasiga bilan to'yingandan so'ng, nisbatan past haroratlarda desorbsiyalanish (gazni o'zidan qayta ajratish) xususiyatiga ega. Bu esa jarayonda sarflanadigan energiya miqdorini kamaytiradi va absorbentni ko'p marta qayta ishlatish imkonini beradi. Bisbuteronitreloyetilendiamin yordamida tabiiy gazlardan vodorod sulfidini yutish (sorbsiyalash) jarayoni xemosorbsiya (kimyoviy yutilish) qonuniyatlariga bo'ysunadi. Bu jarayonda eng maqbul (optimal) sharoit 40–60 °C harorat va 1.0–7.0 MPa yuqori bosim hisoblanadi. Harorat va bosimning sorbsiya hamda desorbsiya (regeneratsiya) jarayonlariga ko'rsatadigan ta'sirini quyidagicha tavsiflash mumkin. Haroratning ta'siri termodinamik omil bo'lib, vodorod sulfidining amin guruhlari bilan bog'lanishi ekzotermik jarayon (issiqlik ajralishi bilan boradigan) hisoblanadi. Sorbsiyalash bosqichida (40–60 °C) harorat ushbu meyorda saqlanishi reaksiyaning to'g'ri tomonga siljishini ta'minlaydi. Harorat 60 °C dan oshib ketsa, kimyoviy bog'lar zaiflashadi va yutilish samaradorligi keskin pasayadi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, harorat 20

°C dan past bo'lsa, eritmaning qovushqoqligi (yopishqoqligi) ortib, gaz bilan sorbent o'rtasidagi kontakt qiyinlashadi.

Desorbsiya bosqichida esa sorbentni vodorod sulfididan tozalash (regeneratsiya qilish) uchun harorat 105–125 °C yuqoriga ko'tariladi. Bu haroratda kimyoviy jihatdan hosil bo'lgan kompleks parchalanadi va vodorod sulfid gaz holida eritmadan ajralib chiqadi. Ushbu jarayonga bosimning ta'siri kinetik omil hisoblanib, gazlarning suyuqlikda yutilishi bosimga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir. Sorbsiyalanish bosqichida (yuqori bosimda: 1.0 – 7.0 MPa), gaz bosimi qanchalik yuqori bo'lsa, vodorod sulfidi molekulalarining Aminonitril birikmalari faol markazlari bilan to'qnashishi va yutilishi shunchalik tez va to'liq bo'ladi. Sanoat sharoitida magistral gaz bosimi ostida (ko'pincha 4.0–6.0 MPa) jarayon juda samarali kechadi. Desorbsiya bosqichida (past bosim: 0.1 – 0.3 MPa), sorbent qayta tiklanayotganda bosim atmosfera bosimigacha tushiriladi. Bosimning kamayishi yutilgan gazning eritmadan ko'pirib, oson ajralishiga yordam beradi.

Texnik samaradorlik ko'rsatkichlari bo'yicha, tabiiy gaz tarkibidagi vodorod sulfid gazini tozalash darajasi sanoat talablari mos keladi ya'ni 99.5 % va undan yuqori samaradorlikda tozalay oladi. Hajmiy sig'imi esa oddiy alkanolaminlarga qaraganda, eritmaning bir birlik hajmiga to'g'ri keladigan vodorod sulfid molekulasi yutilish hajmi yuqoriroq bo'ladi. Yuqoridagi ma'lumotlarga tayangan holda sanoat miqyosida qo'llanilayotgan alkanolaminlar bilan yangi absorbentning qiyosiy tahlil qilingan.

XULOSA

Aminonitrillar ayniqsa α -aminobutironitril birikmalari kabi ko'p funktsionalli organik birikmlardan tabiiy gaz tarkibidagi yot, zararli gazlarni tozalashda foydalanish va ularni sanoat miqyosida joriy etish iqtisodiy jihatdan muhim qadam hisoblanadi. Maqolada ko'rib chiqilgan yangi avlod sorbentlari bo'lib, mahalliy xom-ashyolar asosida olinadi, iqtisodiy jihatdan arzon va ekologik zararsiz hisoblanadi. Bu absorbent katta imkoniyatga ega bo'lib, ya'ni, uning tarkibidagi etilendiamin, propilendiamin va butilendiaminlar fragmentlari vodorod sulfidini yuqori tezlikda bog'lasa, nitril guruhlarida esa sorbentning selektivligini, ya'ni aynan vodorod sulfidni tanlab yutish xususiyatini amalga oshiradi. Natijada tabiiy gaz tarkibidagi asosiy mahsulot hisoblangan metan yo'qotishlarisiz, 99.7 % gacha tozalikda vodorod sulfididan tozalanadi. Shu bilan birga aminonitril hamda α -aminobutironitril birikmalari an'anaviy aminlarga qaraganda eng samarali va sanoat uskunalari asraydigan (korroziyasiz) zamonaviy muqobil absorbentlardan biri sifatida har qanday sorbent bilan raqobatga kirisha oladi.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Wagner A., Han W., Mayer P., Ofial A.R., Iron-Catalyzed Generation of α -Amino Nitriles from Tertiary Amines // *Adv Synth Catal.* -2013. -№55. –P. 3058–3070.

2. Макаров А.П. Контроль коррозионной агрессивности сероводородсодержащих сред и оценка эффективности способов защиты при непрерывной эксплуатации установок нефтегазовых производств / А.П. Макаров // *Практика противокоррозионной защиты.* - 2015. № 1. - С. 60–71.

3. Kodirov A.A. и др. A New Highly Effective Inhibitor Based On 2,7-Dimethyl-2,7-Dicyano-3,6-Diazaoctan. // *Skopus. Journal of Pharmaceutical Negative Results.* Volume 14. Regular Issue 02.2023.P. 883-889.

MUNDARIJA

	4-SHO'BA. TABIIY FANLAR: FIZIKA VA ZAMONAVIY FIZIK TEXNOLOGIYALAR, KIMYO VA KIMYO TEXNOLOGIYALARI, NEFT-GAZ SEKTORIDA ATROF-MUHITNI MUHOFAZA QILISH VA BARQAROR RIVOJLANISH, BIOLOGIYA, BIOTEXNOLOGIYA VA BIOINFORMATIKA, NEFT VA GAZ KONLARINI QIDIRISH VA QATLAMLARNI TAVSIFLASH	3
	FIZIKA VA ZAMONAVIY FIZIK TEXNOLOGIYALAR	3
1	Quyosh batareyalari: fizik-kimyoviy tamoyillar, bo'yoq bilan faollashtirilgan fotoelektr tizimlar (DSSC) va ularning zamonaviy tadqiqotlardagi tahliliy qiyoslamasi Haqnazarova M.B., Adizov B.Z., Tojiboyeva N.M.	3
2	Tabiiy fanlar yo'nalishi talabalariga fizika o'qitishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash muammosi va uni hal etish yo'llari Farmonov O'.M.	9
3	Laboratoriya mashg'ulotlari jarayonida o'quvchilarning amaliy va tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish Odilov Yo.J.	15
4	Elektron bombardimoni ta'sirida GAP(111) sirtining tarkibiy va strukturaviy o'zgarishlari Umirzakov B.E., Donayev B., Shirinov G.M., Mirzayeva R.S.	20
5	Fizika va iqtisodiyot integratsiyasi – iqtisodiyot fizikasining shakllanishidagi muammolar Eshmirzayeva M.A.	23
6	Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida MathCad dasturiy vositasidan foydalanish Rajabov M.B.	27
7	Superkondensatorlarning ishlash prinsipi va elektrod materiallariga qo'yiladigan talablar Tojiboyeva N.M., Adizov B.Z., Haqnazarova M.B.	31
8	Ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan noxiziqli jarayonlarni matematik modellashtirishning zamonaviy yondashuvlari Shukurova M.E.	37
9	ZnS–CdS binar klasterli nanokompozitlarning (si asosida) elektron-optik xossalarini dft, gw va bethe–salpeter yondashuvlari asosida nazariy modellashtirish Abdukarimova Z.	44
10	Kremniy asosida ZnS–CdS binar klasterli kompozitlarning elektron-optik xossalarini boshqarishning nazariy asoslari Abdukarimova Z.	47

11	Совершенствование конструкции вертикально-роторного конвективного устройства для сушки яблок, исследование процесса тепломассообмена и определение оптимальных технологических параметров, обеспечивающих сохранение качества продукции. Жабборов И.Т., Жабборов Т.К.	51
12	Improving the design of a vertical rotary device for convective apple drying and determining the optimal technological parameters of the drying process Jabborov I.T. Jabborov T.K.	56
13	Ko'p qatlamli muhitda o'zgaruvchan jarayonlarni matematik modellashtirish Shukurova M.E.	61
14	Yuqori samarali superkondensatorlar uchun mo'3 asosidagi nanokompozitlarning gidrotermal sintezi Aytmuratov S.Q., Otemisov U.S., Sanetullayev E.E., Adizov B.Z, Suthakaran S.	68
	KIMYO VA KIMYO TEXNOLOGIYALARI, NEFT-GAZ SEKTORIDA ATROF-MUHITNI MUHOFAZA QILISH VA BARQAROR RIVOJLANISH	
15	Bazalt-sellyuloza kompozit filtrlari yordamida neft mahsulotlari va organik ifloslantiruvchilarni suvdan ajratish samaradorligi Samadiy M.A., Sattorov L.X., Raxmatov X.B., Jo'rayeva H.Z.	75
16	Bazalt-sellyuloza kationit filtrida suvni yumshatish, NaCl bilan regeneratsiya va ekspluatatsion barqarorlikni baholash Samadiy M.A., Sattorov L.X., Raxmatov X.B., Jo'rayeva H.Z.	78
17	Bazalt-sellyuloza kationit kompozitida suvni yumshatish jarayoniga filtratsiya tezligi va massa almashinishning ta'siri Samadiy M.A., Sattorov L.X., Raxmatov X.B., Jo'rayeva H.Z.	81
18	Kvant-kimyoviy hisoblashlarning organik molekulalarni o'rganishda ishlatilishi Saidakbarova R., Islomova M., Egamberdiyev Y., Kodirov A.	84
19	Экологически безопасные методы утилизации и переработки отработанных отбелных глин Суванова Ф.У.	87
20	Li-ion batareyalar uchun qattiq polimer elektrolitlarni tayyorlash texnologiyasi Mamatkarimov O., O'ktamaliyev B.	91
21	Kristallga kiritma kiritishning Choxralskiy usuli Raximjonova K.R.	94
22	Ikki iqlim mintaqali sharoitida intensiv almashlab ekishda uglerod oqimlarining o'zgarishi Eshonqulov R.A.	97
23	Ko'p yillik eddi kovariatsiya ma'lumotlarini baholashning ayrim jihatlari Eshonqulov R.A.	101

24	Коррозия и методы защиты нефтепромысловых резервуаров Бекназаров Э.М., Давронова Г.Т.	105
25	Farg‘ona vodiysida qushlarning antropogen muhitdan foydalanish xususiyatlari Madaliyev M.O., Nazirov B.B.	108
26	Study of the viscosity and adhesion properties of thermostable paints obtained with a modifier based on silica sol and liquid glass Akhmedov H.I., Akhmedov V.N.	113
27	Kumush(I) ionlarini immobilizatsiyalangan azoreagent asosida sorbsion-spektrofotometrik aniqlash Tojiboyeva F.M.	116
28	Galliy arsenid (GaAs): tuzilishi, xossalari va undagi defektlarning elektr o‘tkazuvchanlikka ta’siri Qodirova Sh.O.	119
29	Asetonni aniqlovchi analizator signalini konsentratsiyaga bog‘liqligi va asosiy xato qiymatlarini aniqlash Xolmurzayev F.F., Eshkobilova M.E., Abduraxmonov E.	122
30	Polietilenga metallorganik birikmalarni biriktirish va ularning samaradorligini tadqiq qilish Iqbolov Sh.P., Qiyomov Sh.N.	126
31	Metallorganik birikmalar asosida polietilenning makromolekulyar tuzilishini boshqarish va modifikatsiyalashning nazariy asoslari Iqbolov Sh.P., Qiyomov Sh.N.	129
32	Faollashtirilgan uglerod va o‘tish metall oksidlari asosidagi uch komponentli nanokompozitlarning superkondensatorlar uchun elektrod material sifatidagi istiqbollari Otemisov U.S., Aytmuratov S.Q., Eshmuratov A.B., Adizov B.Z.	131
33	Опытно-промышленные испытания и оценка технологической эффективности пеногасителя KS-M3 на мубарекском газоперерабатывающем заводе Турдикулов А.Р., Юлдашев Н.Х., Адизов Б.З., Уринов С.Н.	137
34	Синтез, коллоидно-химические свойства и технология получения безглинистых композиционных пеногасителей на основе местного сырья и промышленных масел для аминовой очистки газов Турдикулов А.Р., Юлдашев Н.Х., Адизов Б.З., Уринов С.Н.	142
35	Qo‘rg‘oshin (II) ionini organik reagent yordamida spektrofotometrik aniqlash usulini ishlab chiqish Imomova D.A., Shodmonov B.B., Normatov B.R.	147
36	Polioksidli katalizator sintezi va uning sorbsion xarakteristikallari Saidov X.M., Muxamadiyev N.Q., Zufarov A.M., Sayitqulov Sh.M.	153
37	Determining the comparative resistance of epitaxial and diffusion layers using four-probe method Khonazarova S.A.	158

38	Gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarish va ishlab chiqarish ekologik monitoringini takomillashtirish Eshonqulov R.A.	161
39	Ekologik zararni iqtisodiy baholash va barqaror rivojlanishni ta'minlashda ekologik siyosat mexanizmlari Eshonqulov R.A.	166
40	Ekologik muammolar va ularning kelib chiqish sabablarini raqamli texnologiyadan asosida o'rganish Kuttibekova G.T.	172
41	Suv resurslarini muhofaza qilish Raxmanov Sh.V.	175
42	Aktao konidan olingan yonuvchi slanetsning mineralogik-kimyoviy tarkibini SEM-EDS VA FTIR usullari bilan tadqiq etish Xasanov A.S., Adizov B.Z., Eshmetov R.J.	179
43	Tabiiy gazni nordon gazlardan tozalashda yangi ko'p funktsionallik organik sorbentlardan foydalanish Shodmonov B.B., Qurbanov M.J., Xonimqulova Sh. S.	182
44	Gidrogelning fizik-kimyoviy xususiyatlari va qishloq xo'jaligida suvni tejashdagi ahamiyati Qulmatov K.A., Turaev Kh.Kh., Kasimov Sh.A.	186
45	Uchqizil yerosti sho'r suvlari tarkibidagi yodid ionlarini geksametilentetramin yordamida ajratish va tahlil qilish Uralov N.B., Turayev X. X., Qodirova M., Qurbonov F.B.	190
46	Technology for producing useful flame retardants from spent aluminium oxide at the shurtan gas chemical complex Kholikova S.D., Abdukharova M.I.	196
47	Иккиламчи алюминий асосидаги антипиренларнинг полимер композицияларида химояловчи таъсири Холикова С.Д., Абдукаххарова М.И.	199
48	Полимерларни пластифицирловчи таъсир механизmlари ва самарадорлиги Бекназаров Э.М.	201
49	Yong'oq po'choqlari asosida g'ovak faollashtirilgan ko'mir olish hamda uning tekstur va adsorbsion xususiyatlarini o'rganish Sayitqulov Sh.M., Saidov X.M.	204
50	Спектроскопическое исследование координационных соединений Zn (II) с глутаровой кислотой и витамином В3 Газиёва А.С., Сманова З.А.	209
51	Синтез азотсодержащего лиганда для перспективного применения в оловосодержащих перовскитных солнечных элементах Нуруллаева З.В., Адизов Б.З., Balakrishnan Chellakarungu	212
52	Tarkibida metall tutgan oligomer antipirenlar va kompozitlarning fizik-kimyoviy xossalari	215

	Nurqulov E.N.	
53	Azot, fosfor tutgan qavariqlanuvchi qoplamalarning termik tahlili Nurqulov E.N., Rahmonqulov A.A.	217
54	Yangi tarkibli qavariqlanuvchi qoplamaning fizik-kimyoviy xossalari Nurqulov E.N., Rahmonqulov A.A.	220
55	Kimyo darslarida virtual laboratoriyalar va 3D modellash dasturlaridan foydalanish Saparbaeva Z.B.	221
56	Karbamidning infraqizil spektroskopiyasi tadqiq qilish Karimov O.T.	224
57	Анализ механических свойств полиэтилена, модифицированного полифосфатом аммония Каршиев М.Т., Нуркулов Ф.Н.	228
58	Исследование тепловых свойств модифицированного полиэтилена Каршиев М.Т., Нуркулов Ф.Н.	231
59	Portlandsementning qotishi va unga ta'sir qiluvchi omillar Ahadov A A ,Ochilov A A, Normatov N Sh , Jo'raboyev X R	235
60	Improvement of the technology for processing copper oxide ores by sulfuric acid leaching Qarshiboyeva M.U., Matkarimov S.T.	239
61	Yonuvchi slanets asosida sorbent materiallar olish istiqbollari: BET va DFT tahlillari natijalari Xasanov A.S., Adizov B.Z., Eshmetov R.J	243
	BIOLOGIYA, BIOTEXNOLOGIYA VA BIOINFORMATIKA	
62	O'simlik genetik tadqiqotlarida zamonaviy sekvenslash va bioinformatik tahlil imkoniyatlari Ахмедова Д.Х.	247
63	Multivariate assessment of self-pollination efficiency and fruit set in apple (malus × domestica borkh.) cultivars under Uzbekistan conditions Abdurasulov F., Rajametov Sh., Shavkiev J., Botirov A., Akhmedov Sh.	250
64	Multivariate statistical assessment of pomological, biochemical and sensory quality traits in apple cultivars Abdurasulov F., Rajametov Sh., Shavkiev J., Botirov A., Akhmedov Sh.	256
65	Механизм функционирования гладкомышечных клеток аорты Азимова Ф.Х.	261
66	Inheritance of Earliness and Cotton Weight per Boll in F₁ Hybrids of Cotton Toshpulatova G.K., Boboyev S.G., Narkizilova G.N.	265
67	Turli sho'rlanish darajalarida g'o'zaning morfo-xo'jalik belgilari va hosildorlik ko'rsatkichlarining o'zgarishi Abdurasulov F., Aliqulov M., Shavqiyev J., Azimov A.	269
68	Qarshi shahar aholisi populyatsiyasida anemiya tarqalishining jinsga bog'liq xususiyatlari	274

	Kulmamatova Sh.M., Tog'ayeva M.A.	
69	Ayrim polifenol birikmalarining aorta qon tomir preparatlariga molekulyar ta'sir mexanizmi Saydaliyeva R.Z., Toirov B.A.	277
70	Improving the design of a vertical rotary device for convective apple drying and determining the optimal technological parameters of the drying process Jabborov I.T., Jabborov T.K.	281
71	Совершенствование конструкции вертикально-роторного конвективного устройства для сушки яблок, исследование процесса тепломассообмена и определение оптимальных технологических параметров, обеспечивающих сохранение качества продукции Жабборов И., Жабборов Т.К.	286
72	Quyunchilikda metabolizmni dasturlash konsepsiyasi Toxirova M.R., Miraxmedov M.S.	291
73	Ии и информационные технологии в биоинформатике Фазилова Л.А.	296
74	Магнитные характеристики возбужденных состояний ядра ¹⁸²W Усманов П.Н., Коржавов М.Ж.	305
75	The importance of fish in the water bodies of the kashkadarya river basin Ubaydullayev O.X.	307
76	Lalmikor sharoitda turli ekish muddatlarda o'stirilgan qattiq bug'doy navlarining o'sishi va rivojlanishi Qarshiyev A.E.	313
77	Bakterial konyunktivit: etiologiyasi, klinik belgilari va davolash usullari Muminov I.O'.	317
78	Antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi bakteriofag terapiyasining biotexnologik imkoniyatlari Axmedova M.Sh., Xudoyberdiyeva X.N.	321
79	Qarshi shahar aholisi populyatsiyasida anemiya tarqalishining yoshga bog'liq xususiyatlari Kulmamatova Sh.M., Tog'ayeva M.A.	325
80	Go`za urug`ining unib chiqishi va unga ta'sir etuvchi omillar Tursunov Ya.,B., Ro'zimatova Sh.S.	328
81	Zamonaviy genomika: inson genomini o'rganishning yangi imkoniyatlari Tursunov Ya.,B., Sobirova M.M.	331
82	Talabalar orasida gazli ichimliklarga qaramlik va uning oqibatlarini o'rganish Boyqobilova O'.G'.	334
83	Qoraqalpog'iston sut emizuvchilar faunasini o'rganishda virtual namoyish vositalarining didaktik imkoniyatlari Orazbaeva S.R.	336
84	Qoraqalpog'iston sut emizuvchilari bioxilma-xilligini o'qitishda raqamli resurslar metodikasi Orazbaeva S.R.	341

85	Temir tanqisligi bilan bog‘liq anemiyaning tarqalishi va epidemiologik xususiyatlari Xolmatov H.N., Tog‘ayeva M.A.	345
86	Qashqadaryo havzasi baliqchilik xo‘jaliklarida ikki pallali mollyuskalarning tarqalishi va ekologiyasi Jabborova T.X.	348
87	<i>Achillea millefolium</i> L. urug‘i va shrotining element tarkibini rentgen-fluoresans usulida baholash Toshbadalov B., Sattarov M.	353
88	Smartfonlardan foydalanish va uning uyqu hamda o‘quv faoliyatiga ta’siri Rizamamatova G.R	357
89	Boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida ratsional ovqatlanish va gidratatsiyaning jismoniy rivojlanish hamda kognitiv faoliyatdagi ahamiyati Kurbanova Sh.Sh.	360
90	Sinf xonalarida mikroiklim va ventilyatsiyaning o‘quvchilar fiziologik holati hamda kognitiv ishchanligiga ta’siri Kurbanova Sh.Sh.	364
91	Raqamli ekranlardan foydalanishda maktab o‘quvchilarining ko‘rish gigiyenasi: miopiya va digital ko‘z zo‘riqishi profilaktikasi Kurbanova Sh.Sh.	368
92	Temir tanqisligi anemiyasining global shakllanish omillari Qurbonova S. N., Tog‘ayeva M.A.	371
93	O‘smirlarda uyqu gigiyenasi va sirkadiy ritmlarning o‘quv faoliyati bilan bog‘liqligi Kurbanova Sh.Sh	374
94	Buxoro viloyati qorovulbozor tumani taqir tuproqlari sharoitida g‘o‘zani suv tejamkor sug‘orishni ilmiy asoslash uchun tuproqning agrokimyoviy holatini baholash Baqoyev A.V.	377
95	Tabobatning tibbiyotdagi ahamiyati yuqumli kasalliklar Rahimova H.R., Yusupova M.M.	382
96	<i>Triticum aestivum</i> L. donida rux (Zn) miqdorini biofortifikatsiya orqali oshirish Aliyeva M. Sh., Tog‘ayeva M.A.	384
97	<i>Triticum aestivum</i> L. donida Zn biofortifikatsiyasining genetik va molekulyar asoslari: QTL, GWAS va donda to‘plangan rux tahlili Aliyeva M. Sh., Tog‘ayeva M.A.	387
98	Geografiya darslarida sun‘iy intellekt tomonidan yaratilgan xaritalardan foydalanishning afzallik va kamchiliklari tahlili Hazratova H.N.	390
99	Sog‘lom ovqatlanish va kasalliklarning profilaktikasi Jamolova O.A.	395

100	Boshlang'ich ta'limda tabiiy fanlarni o'qitishda TIMSS xalqaro dasturi talablari asosida muammoli ta'lim texnologiyalarini qo'llash Yo'ldoshev F.B.	400
101	Makkajo'xori (<i>Zea mays</i> L.) navlarining tuproq sho'rlanishiga chidamliligining fiziologik asoslari Anorboyeva Sh.S.	403
102	Anor (<i>Punica granatum</i> L.) mevasi yorilishining fenotipik va anatomik tabiati Tolliyeva X.Sh., Shavqiyev J.Sh.	408
103	Механизм функционирования гладкомышечных клеток аорты Азимова Ф.Х.	411
104	Havodagi ekologik dnk orqali shahar biologik xilma-xilligini erta aniqlash va sun'iy intellekt yordamida ekologik xavflarni prognozlash: o'zbekiston shahrlari misolida Qurbonova S.N.	415
105	The Impact of Hypovolemic Hemodynamic Instability and Anemia on Intestinal Microvascular Perfusion and Enterocyte Transport Dynamics Narbayerova N.A., Xudoyorova S.L.	423
106	40–59 yoshli qarshi shahridagi erkak va ayollarda antropometrik holat va yurak-qon tomir tizimi funksional ko'rsatkichlarini baholash Jamolova L.A., Yuldoshova Sh.Sh., Xalilova H.Sh.	428
107	Limon (<i>citrus limon</i> L.) genotiplarida barg suvini saqlash qobiliyatining elwl ko'rsatkichi asosida baholanishi To'liqinova X.Sh.	433
108	<i>Citrus limon</i> L. genotiplarida nisbiy suv saqlash qobiliyati va umumiy suv miqdori ko'rsatkichlarining tahlili To'liqinova X.Sh.	437
109	Yosh sportchi bolalarda harakatlanish vaqtida gematologik parametrlarni aniqlash Raximov G'.	441
110	O'zbekiston janubida yetishtirilgan sabzavot loviyasining urug' mahsuldorligi Aramov M.X., Yo'ldoshev M.Sh.	446
111	O'zbekiston hududida tarqalgan staphylinidae oilasi vakillarining faunistik va ekologik xususiyatlari Sunnatullayev A.S.	451
112	Degree of similarity and ecological relationships of the ichthyofauna in the upper, middle and lower reaches of the kashkadarya river Ubaydullayev O.Kh.	454
113	Ayrim diploid g'o'za turlarida molekulyar polimorfizm va genetik xilma-xillikni baholash Xo'janazarova F.H.	460
114	Diploid g'o'za turlarida GWAS asosida nomzod genlarni aniqlash Xo'janazarova F.H.	465

115	Ingichka tolali g‘o‘za genotiplarining suv tanqisligi va sho‘rlanish sharoitida o‘sishi va hosildorligining qiyosiy bahosi Shavqiyev J.Sh., Salohiddinova M., Aliqulov M., Abdurasulov F., Amanov B.X., Azimov A.A.	472
116	Ingichka tolali g‘o‘za genotiplarining suv tanqisligi va sho‘rlanishga chidamliligini hosildorlikka asoslangan stress indeksleri yordamida qiyosiy baholash Shavqiyev J.Sh., Salohiddinova M., Aliqulov M., Abdurasulov F., Amanov B.X., Azimov A.A.	477
117	Suv tanqisligi sharoitida ingichka tolali g‘o‘za (<i>Gossypium barbadense</i> L.) genotiplarining barglaridagi xlorofill indeksi ko‘rsatkichining o‘zgaruvchanligi Salohiddinova M.M., Borasulov A.M., Shavqiyev J.Sh.	481
118	G‘o‘zaning o‘sishi va hosil komponentlarining turli sho‘rlanish darajalariga javobi Aliqulov M., Abdurasulov F., Shavqiyev J., Azimov A.	487
119	Zamonaviy ginekologiyada bachadon miomasi tashxisi xavflari va davollash usullari Boymurodova F.J.	492
120	Ekologik paketning atrof-muhitni muhofaza qilishdagi ahamiyati va ekologik afzalliklari Isroilova D.I.	496
121	Qurg‘oqchilik va yuqori harorat sharoitida tuproq mikrobiomining o‘zgarishini sun‘iy intellekt yordamida prognozlash: O‘zbekistonning quruq hududlari misolida Erkinova M.E.	500
122	Yer degradatsiyasi sug‘oriladigan yerlarning kushandasi Mamanazarova N J	508
123	Biologiya darslarida virtual laboratoriya va amaliy tajribalarni uyg‘unlashtirish orqali o‘quvchilarning tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish Suvanova G.B.	514
124	Infants later diagnosed with autism have lower canonical babbling ratios in the first year of life L. D. Yankowitz, V. Petrulla, S. Plate, B. Tunc, W. Guthrie, S. S. Meera, K. Tena, J. Pandey, M. R. Swanson, J. R. Pruett Jr, M. Cola, A. Russell, N. Marrus, H. C. Hazlett, K. Botteron, J. N. Constantino, S. R. Dager, A. Estes, L. Zwaigenbaum, J. Piven, R. T. Schultz, J. Parish-Morris ¹ and The IBIS Network	518
125	Gen muhandisligida qo‘llaniladigan asosiy fermentlar va biotexnologik turlari va zamonaviy qo‘llanilish sohalari Mamatkulov F.G‘	523

126	Transgen o'simliklarni yaratish agrobakteriya vositachiligidagi va biolistik transformatsiya metodologiyalari, molekulyar verifikatsiya hamda biotexnologik istiqbollari Mamatkulov F.G'	529
127	Raps moyini gidratatsiyalash texnologiyasida foydalaniladigan suv sifatini oshirish usulini qo'llash Mamatkulov F.G. ¹ , Qarshiyev A.E.	534
128	Paxtani mayda iflosliklardan tozalashda zarba va ishqalanish kuchlarining o'zaro ta'sirini tadqiq etish Aliyev O.O., Xusanov S.F.	539
129	Behi (<i>cydonia oblonga mill.</i>) nav va namunalarida novdalarning mavsumiy o'sish dinamikasi Xoliqov A.N, Namozov I.Ch.	545
130	Zig'ir (<i>linum usitatissimum l.</i>) genotiplarining yuqori moylilik xususiyatini morfologik belgilar va moy bilan bog'liq dnc markerlari asosida baholash Bakhodirov U.Sh., Abdusattorova D.S.	549
131	G'o'zaning gullash va ko'sak tugish davrida biologik hususiyatlar hamda agrotehnik tadbirlarning samaradorligi Tursunov Y.B., Sadiqova Z.Sh.	553
132	Toshkent viloyati sharoitida guar (<i>cyamopsis tetragonoloba (l.) taub.</i>) genotiplarining morfologik xilma-xilligi Yuldashov O.X, Baxadirov U.Sh.	555
133	Алкоголли панкреатитда лимфа тугунларининг морфометрияси Мусаева Ю А, Латибжонов А.Э.	558
134	Алкоголли панкреатитда лимфа тугунларининг иммуногистокимёвий жиҳатларини баҳолаш МЕЗОНЛАРИ Мусаева Ю А, Латибжонов А.Э.	561
135	Sug'oriladigan yerlarda ekish usullari, muddatlari va me'yorlarining no'xat navlari hosildorligi va don sifatiga ta'siri Islomov S.S, Malikova M.K.	566
136	Zarar yetgan yong'oq mevalarida uchraydigan zamburug'lar populyatsiyasini mikrobiologik o'rganish usullari Xolikov Z.B.	570
137	Значение рыб водоёмов бассейна реки Кашкадарьи Убайдуллаев О.Х.	574
138	Hayotiy faoliyat xavfsizligi fanida baxtsiz hodisalarda birinchi yordam ko'rsatish va favqulodda vaziyatlarda o'rni va ahamiyati Nurmanova M.U.	579
НЕФТ ВА ГАЗ КОНЛАРИНИ QIDIRISH VA QATLAMLARNI TAVSIFLASH		
139	Нефть ва газ маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнларида углерод нанотрубкалари қўлланилишининг Хайдаров Т.З., Раҳманқулов А.А.	585

140	Hydrocarbon potential of the ustyurt region of uzbekistan: geological features of the main gas fields and prospects for deeper exploration Hayitov O.G., Ravshanov Z.Ya., Usmonov K. M.	587
141	Development challenges of jurassic gas-condensate reservoirs in the ustyurt region and technological ways to improve well productivity Hayitov O.G., Ravshanov Z.Ya., Usmonov K. M.	592
142	Gaz-kimyoviy majmuada ekologik xavfsizlikni boshqarish va ishlab chiqarish ekologik monitoringini takomillashtirish Eshonqulov R.A., Qodirov I.E.	597
143	Ekologik zararni iqtisodiy baholash va barqaror rivojlanishni ta'minlashda ekologik siyosat mexanizmlari Eshonqulov R.A., Mavlonov D.N.	602
144	Atrof-muhit muhofaza qilishda neft va gaz sohasini barqarorlashtirish To'laboyeva D.N.	608
145	α-aminobutironitrillar asosida yangi avlod organik sorbentlarini olish Izbosarova G.Sh., Tursunova Z.M., Kodirov A.A.	614

Ilmiy-nashr

FAN VA TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI

Mavzusidagi

XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI
TO'PLAMI

Qarshi shahri, 2026-yil 8-10-oktabr

Muharrir: B. Musayev

Texnik muharrir: I. Tog'ayev

Musahhih: F. Akramova

Kompyuterda sahifalovchi: K. Qudratova

Tasdiqnoma. 210934, 23.01.2024.

Terishga berildi: 11.08.2026 y.

Bosishga ruxsat etildi: 03.10.2026 y.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi: 60x84 1/16.

“Cambria” gar. Ofset bosma.

Hisob nashriyot t.: 47,75. Shartli b. t.: 47,66.

Adadi: 20 nusxa. Buyurtma №413

«Ilm-Fan-Ma'naviyat» nashriyotida tayyorlandi.

Qarshi sh, Bunyodkor MFY Mustaqillik ko'chasi 10/28-30-uy

“Photo Express” I. Ch. korxonasida chop etildi.

Qarshi sh, Mustaqillik ko'chasi 22-uy

Telefon 91-466-80-32.



ISBN 978-9910-321-13-9

