

Fizika-matematika

УДК.666.3.017.

CURRENT TRANSFER MECHANISMS IN $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ HETEROSTRUCTURE AT DIFFERENT TEMPERATURES

$n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ GETEROSTRUKTURANING TURLI HARORATLARDAGI TOK O'TKAZISH MEKANIZMLARI

¹Saidov A.S., ¹Usmonov Sh.N., ²Gaymnazarov K.G., ¹Saparov D.V.

¹Fizika-texnika instituti, Uzbekiston, 100084, Toshkent, Bodomzor yo'li, 2-B.

²Guliston davlat universiteti, 120100, Guliston. 4-mavze.

E-mail: amin@uzsci.net, **E-mail:** sh_usmonov@rambler.ru, **E-mail:** dada@uzsci.net

E-mail: kgaymnazarov@mail.ru

МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕНОСА ТОКА В $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Abstract. The current-voltage characteristics of the $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ heterostructure are investigated and the current transport mechanisms at different temperatures are elucidated. It is shown that at room temperature, at low excitations (up to 0.3 V), the diffusion mode of current transport dominates. Then, with an increase in the applied voltage, a drift mode of first dielectric and then ohmic relaxation of the space charge is observed in the high-resistance base region of the structure formed by the $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ solid solution containing a high concentration of ZnSe molecules. At higher voltages (> 2.5 V), bipolar recombination of charge carriers plays a significant role. The results are explained assuming the existence of defect-impurity complexes of the vacancy + charged impurity center type in the $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ solid solution.

Key words: solid solution, heterostructure, current-voltage characteristic, diffusion mode of current transfer, drift mode of current transfer.

Аннотация. $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ гетероструктурасинин volt-amper xarakteristikalari o'rganildi va turli haroratlarda tok o'tkazish mexanizmlari yoritib berildi. Xona haroratida, past kuchlanishlarda (0.3 V gacha) tok o'tkazishning diffuziya rejimi ustunlik qilishi ko'rsatilgan. Berilayotgan kuchlanish orshib borishi bilan, keyinchalik, strukturaning tarkibida ZnSe molekulalarining konsentratsiyasi yuqori bo'lgan $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ qattiq qorishmasidan hosil bo'lgan, yuqori qarshilikli asos sohasida fazoviy zaryadning dastlab dielektrik, so'ngra omik relaksatsiyasining dreyf rejimi kuzatiladi. Yuqori kuchlanishlarda (> 2.5 V) zaryad tashuvchilarning bipolyar rekombinatsiyasi muhim rol o'ynaydi. Natijalar $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ qattiq qorishmasida vakansiya + zaryadlangan kirishma markaz tipidagi nuqsonli-kirishmalar komplekslari mavjudligi farazi ostida izohlandi.

Тayanch so'zlar: qattiq qorishma, гетероструктура, volt-amper xarakteristika, tok o'tkazishning diffuziya rejimi, tok o'tkazishning dreyf rejimi.

Аннотация. Исследованы вольтамперные характеристики $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ гетероструктуры и выяснены механизмы переноса тока при различных температурах. Показано, что при комнатной температуре при малых возбуждениях (до 0.3 В) доминирует диффузионный режим переноса тока. Затем, с ростом приложенного напряжения, наблюдается дрейфовый режим: сначала диэлектрической, а затем омической релаксации объемного заряда в высокоомной базовой области структуры, образованной твердым раствором $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, содержащим высокую концентрацию молекул ZnSe. При более высоких напряжениях ($> 2,5$ В) существенную роль играет биполярная рекомбинация носителей заряда. Результаты объяснены в предположении существования в твердом растворе $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ дефект-примесных комплексов типа вакансии + заряженный примесной центр.

Ключевые слова: твердый раствор, гетероструктура, вольт-амперная характеристика, диффузионный режим переноса тока, дрейфовый режим переноса тока.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Kirish. Yarimo'tkazgichli asbobsozlikning rivojlanishi bilan yarimo'tkazgichli materiallarga bo'lgan talablar tobora ortib bormoqda. Elementar yarimo'tkazgichlar yoki yarimo'tkazgichli binar birikmalar ba'zan bu talablarga javob bera olmaydi. Bunday hollarda bir nechta yarim o'tkazgich materiallaridan tashkil topgan yarimo'tkazgichli qattiq qorishmalar (QQ) qo'llaniladi. QQ har bir tarkibiy qismning afzalliklarini o'zida mujassamlashtirishi mumkin [1, 2]. QQ tarkibini bir tekis o'zgartirib, ularning asosiy elektrofizik va optik parametrlarini – taqiqlangan zona kengligini, fotosezgirlikning spektral sohasini, panjara doimiysini va bosh. boshqarish mumkin [3, 4]. Optoelektron qurilmalarni yaratish uchun yaroqli bo'lgan mukammal monokristalli QQ olish uchun QQ tarkibiy qismlarining panjara doimiysining bir biriga yaqinligi katta ahamiyatga ega [5, 6]. Shu sababli ham GaAs va ZnSe binar birikmalaridan tashkil topgan QQ katta qiziqish uyg'otadi, chunki ular sfalerit tipidagi bir xil kristall panjaraga, shuningdek qiymatlari yaqin bo'lgan panjara doimiysiga ($a_{\text{GaAs}} = 5,6532 \text{ \AA}$, $a_{\text{ZnSe}} = 5,6676 \text{ \AA}$) ega. Hamda ushbu yarimo'tkazgichlar molekullari atomlarining kovalent radiuslari yig'indisi juda yaqin qiymatga ega ($r_{\text{Ga}} + r_{\text{As}} = 2.44 \text{ \AA}$, $r_{\text{Zn}} + r_{\text{Se}} = 2.45 \text{ \AA}$) va ularda taqiqlangan zona kengligi sezilarli darajada farq qiladi (masalan, $E_{\text{g,GaAs}} = 1.43 \text{ eV}$, $E_{\text{g,ZnSe}} = 2.68 \text{ eV}$) [7].

Ushbu maqolada turli haroratlarda $n\text{GaAs}-p(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) geterostrukturasining volt-amper xarakteristikalari (VAX) o'rganildi.

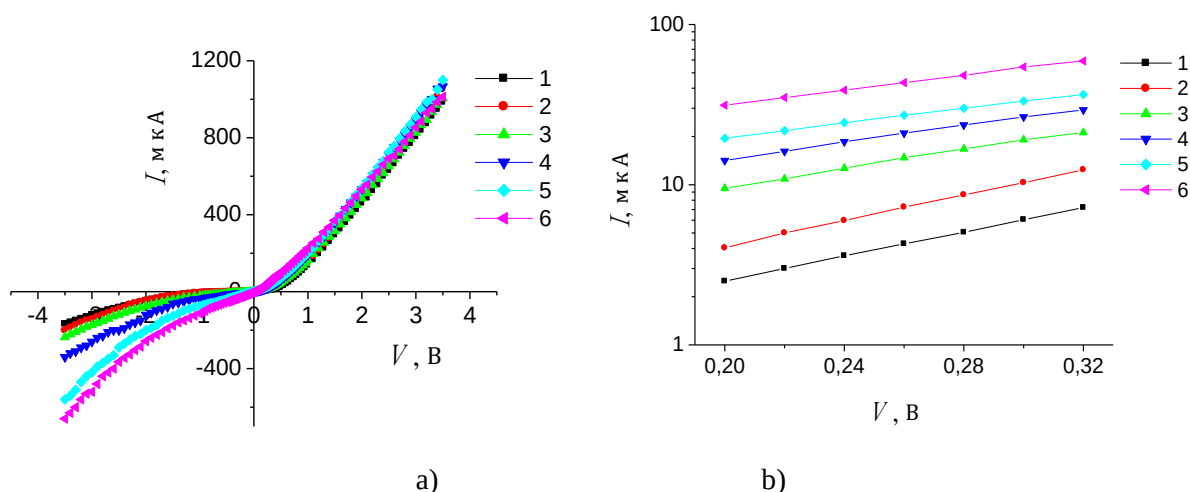
Tadqiqot metodikasi. O'rganilayotgan geterostruktura [8] ishda keltirilgan texnologik rejimga muvofiq Sn qorishma-eritmasidan $n\text{GaAs}$ tagliklariga $p(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) QQ epitaksial qatlamlarini o'stirish yo'li bilan tayyorlangan. GaAs (100) tagliklari elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, zaryad tashuvchilari konsentratsiyasi $\sim 1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ga teng. Eng yaxshi parametrlarga ega bo'lgan epitaksial qatlamlari kristallanishning boshlanish harorati $700 \text{ }^\circ\text{C}$, qorishma-eritmaning qalinligi 1 mm va sovish tezligi 1 gradus/min bo'lgan texnologik rejimda o'stirildi. Epitaksial plyonka xona haroratida konsentratsiyasi $\sim 2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, zaryad tashuvchilarning Holl harakatchanligi $60 \text{ cm}^2/(\text{B} \cdot \text{c})$, shuningdek solishtirma qarshiligi $0.18 \text{ }\Omega \cdot \text{cm}$ bo'lgan kovak tipidagi o'tkazuvchanlikka ega.

Tok (I) va beriladigan elektr kuchlanish (V)ni o'lchash uchun strukturaga vakuumda purkash yo'li bilan Au dan yasalgan omik kontaktlar o'tqizildi. O'stirilgan QQning kimyoviy tarkibi Jeol JCM 5910 LV-Yaponiya rentgen mikroanalizatori yordamida aniqlandi. $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ plyonkalarining asosiy zaryad tashuvchilari, solishtirma elektr qarshiligi, tok tashuvchilar konsentratsiyasi va harakatchanligi Holl effekti qurilmasi - Ecopia HMS-7000/AMP55T/AHT55T5 yordamida aniqlandi. Turli haroratlarda $n\text{GaAs}-p(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ strukturasining VAX zanglamaydigan po'latdan yasalgan vakuumli kriostat asosida yig'ilgan qurilma yordamida o'lchandi. Kriostat isitgich, harorat datchigi va suvli sovutkich (kriostatning haddan tashqari qizib ketishini oldini olish uchun) bilan jihozlangan. Elektr toki va kuchlanish RIGOL DM3058E raqamli multimetr bilan o'lchandi.

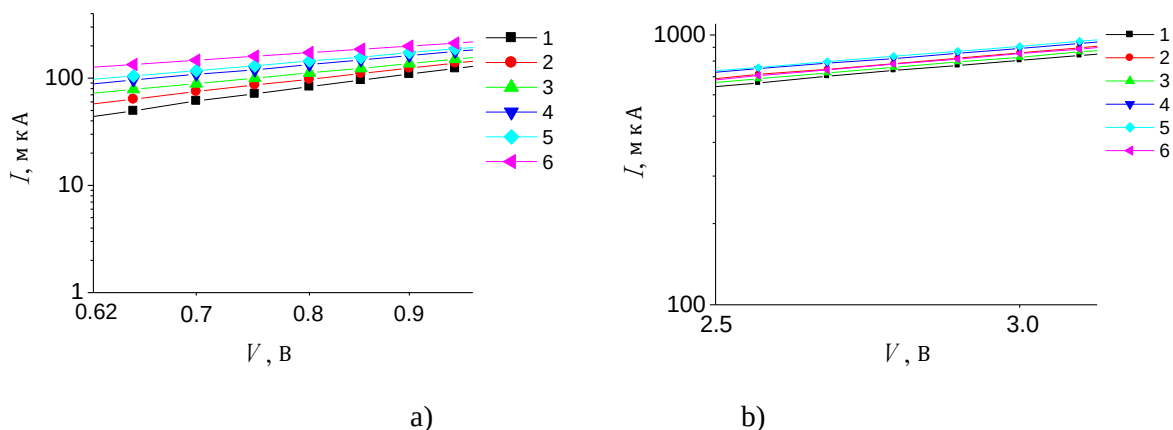
Tajriba natijalari. 1-rasmda ko'rsatilgan VAX 300 dan 413 K gacha bo'lgan turli haroratlarda olingan. 1 (a) rasmdan ko'rinib turibdiki, o'rganilayotgan struktura tokni to'g'rilash xususiyatiga ega. Shu bilan birga, p-n o'tishning tokni to'g'rilash koeffitsiyenti haroratning ortishi bilan kamayadi, bu p-n o'tish potentsial to'sig'ining pasayishi, shuningdek, yuqori haroratlarda muvozanat yaryad tashuvchilar konsentratsiyasining oshishi bilan bog'liq.

Volt-amper xarakteristikasi to'g'ri tarmog'ining tahlili shuni ko'rsatdiki, uning dastlabki 0.2 dan 0.32 V gacha bo'lgan qismi (1-rasm (b)) o'rganilayotgan oraliqdagi barcha haroratlar uchun eksponensial qonunga bo'ysinadi. Keyinchalik, kuchlanishning ortib borishi bilan darajali funksiya qonuniga amal qiladi - $I \approx B \cdot V^m$ (2-rasm). Daraja ko'rsatkichi m ning qiymati injeksiya miqdoriga va haroratga bog'liq holda o'zgaradi (1-jadvalga qarang).

Xona haroratida VAXning eksponensial o'zgarish qismidan keyin hajmiy zaryadning dielektrik relaksatsiyasiga xos bo'lgan kub qonuniyatiga yaqin bo'lgan o'zgaruvchi qismi - $I \approx B \cdot V^{2.8}$, so'ngra hajmiy zaryadning omik relaksatsiyasiga xos bo'lgan kvazikvadratik - $I \approx B \cdot V^{1.9}$ qonuniyat bo'cha o'zgaruvchi qismi keladi. VAXdagi bunday o'zgarishlar tekshirilayotgan strukturadan tok o'tish diffuziya rejimidan dreyf rejimiga o'zgarishini ko'rsatadi. Kuchlanishning keyingi ortishida VAXda zaifroq bog'liqlik kuzatiladi - $I \approx B \cdot V^{1.3}$. Ushbu bog'liqlik zaryad tashuvchilarning bipolyar rekombinatsiyasi sharoitidagi dreyf rejimiga xosdir.



1-rasm. $n\text{GaAs-p(GaAs)}_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) strukturasiining turli haroratlardagi VAXsi (a) va uning to'g'ri tarmog'i yarim logarifmik shkalada (b): 1.– 300 K; 2 – 313 K; 3 – 353 K; 4 – 373 K; 5 – 393; 6 – 413 K.



2-rasm. $n\text{GaAs-p(GaAs)}_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) strukturasiining turli haroratlar va kuchlanishlar oralig'idagi VAX - a) 0.62 – 0.95 V; b) 2,5 - 3,2 V: 1 – 300 K; 2 – 313 K; 3 – 353 K; 4 – 373 K; 5 – 393; 6 – 413 K. Koordinata o'qlari logarifmik shkalalarda erilgan.

1-jadval.

Turli harorat va kuchlanish oralig'lari uchun $n\text{GaAs-p(GaAs)}_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) strukturasiining VAXni tavsiflovchi $I \approx A \cdot V^m$ munosabatdagi daraja ko'rsatkichi m ning qiymatlari

Kuchlanish oralig'i	Harorat					
	300 K	313 K	353 K	373 K	393 K	413K
0.34 – 0.60 V	2.8	2.37	1.8	1.64	1.5	1.43
0.65 – 0.95 V		2.04	1.8	1.64	1.5	1.2
1.00 – 1.50 V	1.9	1.68	1.75	1.5		1.2
1.70 – 2.50 V		1.44	1.5	1.27	1.33	1.2
2.50 – 3.20 V	1.3	1.33	1.29	1.27	1.25	1.3

Haroratning oshishi bilan m ning qiymatini bosqichma-bosqich pasayishi o'rganilayotgan barcha kuchlanish oralig'ida kuzatiladi (1-jadvalga qarang), bu o'z navbatida harorat va injeksiya darajasini strukturada tok o'tkazish mexanizmiga ta'sirini ko'rsatadi.

Natijalar muhokomasi. Volt-ampere xarakteristikalarida kuzatilgan qonuniyatlarni sifat jihatidan tushuntirish uchun biz strukturaning asosiy sohasida ambipolyar diffuziya, dreyf va zaryad tashuvchilarning rekombinatsiyasi jarayonlarini tavsiflovchi asosiy tenglamadan foydalanamiz [9]:

$$D_a \frac{d^2 n}{dx^2} - v_a \frac{dn}{dx} - U = 0, \quad (1)$$

Bu yerda $D_a = D_n D_p (n + p) / (D_n n + D_p p)$ – ambipolyar diffuziya koeffitsiyenti; v_a – zaryad tashuvchilarning ambipolyar dreyf tezligi; n – asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasi; U – nomuvozanat zaryad tashuvchilarning rekombinatsiya tezligi. O'rganilayotgan strukturaning asos sohasi hisoblangan $p(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ sohasidagi zaryad tashuvchilarning ambipolyar dreyf tezligi quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi [9]:

$$v_a = \frac{\mu_n}{(bn+p)} \left\{ N_a - \left[\varepsilon \frac{dE}{dx} - n \frac{\partial}{\partial n} \left(\varepsilon \frac{dE}{dx} \right) \right] \right\} E_j; \quad (2)$$

$$E_j = \frac{J}{q\mu_p(bn+p)}, \quad (3)$$

bu yerda q – elementar zaryad; ε – strukturaning asos sohasidagi materialning dielektrik sindiruvchanligi; μ_n va μ_p – mos ravishda elektronlar va kovaklarning harakatchanligi; N_a – o'tkazuvchanlik turini aniqlaydigan sayoz arseptorlar konsentratsiyasi; $b = \mu_n/\mu_p$; J – tok zichligi. Ikkinchi tartibli differensial tenglama (1)ni umumiy shaklda yechish mumkin emas. Uni yechish uchun turli taxminlarga asoslangan yondashuvlardan foydalanish talab qilinadi. Olingan VAX natijalari shuni ko'rsatadiki, o'rganilayotgan strukturada injeksiya darajasining oshishi bilan diffuziya rejimi rekombinatsiya markazlari ishtirokidagi, ayniqsa yuqori haroratlarda tok o'tkazishning dreyf rejimiga o'zgaradi.

Agar injeksiya kuchsiz bo'lsa, qo'yilgan maydonning past qiymatlarida, (1) ifodadagi dreyf rejimini tavsiflovchi ikkinchi $\left(v_a \cdot \frac{dn}{dx} \right)$ hadni e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Bu holda kvazineytral sohadagi kuchlanish tushuvini hisobga olgan holda, strukturaning yuqori qarshilikka ega bo'lgan asos sohasida ikki tomonlama injeksiyani e'tiborga oluvchi diffuziya rejimiga ega bo'lamiz. Bunda tok noasosiy zaryad tashuvchilarning rekombinatsiyasi bilan cheklanadi. Yuqoridagilarni e'tiborga olgan holda (1) tenglamaning yechimi VAXning eksponensial bog'lanish qonunini beradi [10]:

$$I = I_0 e^{\frac{qV}{ckT}}, \quad (4)$$

bu yerda k – Boltsman doimiysi; T – absalyut harorat.

Har xil haroratlar uchun VAXning eksponensial qismi bo'yicha hisoblangan eksponensiyaning daraja ko'rsatkichi - c va old koeffitsiyenti – I_0 larning qiymatlari 2-jadvalda keltirilgan.

Eksponensiyaning daraja ko'rsatkichi “ c ”ning aniqlangan qiymatlarini e'tiborga olgan holda (4) munosabat orqa omik kontaktiga ega bo'lgan p -n o'tishli uzun diod ($\frac{d}{L_n} > 1$, bunda d – baza uzunligi, $L_n = \sqrt{D_n \tau_n}$ va τ_n – mos holda strukturaning asosi hisoblangan p - sohasidagi noasosiy zaryad tashuvchilarning diffuziya uzunligi va yashash vaqti) uchun o'rinlidir.

O'rganilayotgan strukturaning asos sohasini tarkibida taqiqlangan zona kengligi katta bo'lgan $(\text{GaAs})_{0.2}(\text{ZnSe})_{0.8}$ QQsi bo'lgan $p(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) epitaksial qatlami tashkil qiladi. Bu qatlam struktura orqali tok o'tishning umumiy holatini va tok o'tish mexanizmlarini aniqlab beradi. Shu sababli baza qalinligi sifatida epitaksial qatlam qalinligi $d = 4 \mu\text{m}$ olindi. (4) ifodadagi eksponensiya daraja ko'rsatkichi – c elektronlar va kovaklar harakatchanliklari nisbati $b = \mu_n/\mu_p$ va d/L_n nisbatga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi [9]:

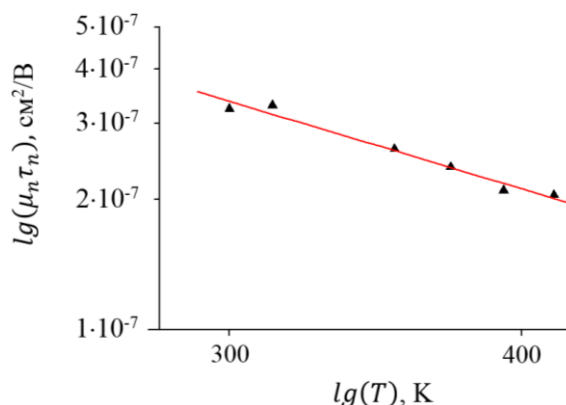
$$c = \frac{2b + ch\left(\frac{d}{L_n}\right) + 1}{b + 1}. \quad (5)$$

(4) ifodadagi eksponensiya daraja ko'rsatkichi - c , old koeffitsiyenti - I_0 , noasosiy zaryad tashuvchilarning harakatchanligi va yashash vaqtini ko'patmasi - $\mu_n \tau_n$ ning har xil haroratlarda hisoblab topilgan qiymatlari

T, K	300	313	353	373	393	413
c	4.4	4.1	4.7	4.95	5.5	5.3
$I_0, \mu A$	0.43	0.68	2.33	4.07	6.72	10.75
L_n, cm	$9.16 \cdot 10^{-5}$	$9.44 \cdot 10^{-5}$	$8.93 \cdot 10^{-5}$	$8.76 \cdot 10^{-5}$	$8.45 \cdot 10^{-5}$	$8.55 \cdot 10^{-5}$
$\mu_n \tau_n, cm^2/V$	$3.24 \cdot 10^{-7}$	$3.30 \cdot 10^{-7}$	$2.62 \cdot 10^{-7}$	$2.38 \cdot 10^{-7}$	$2.10 \cdot 10^{-7}$	$2.05 \cdot 10^{-7}$

Olingan QQning ba'zi elektrofizik parametrlarini baholash maqsadida harakatchanliklar nisbati uchun $b \approx 15$ qiymatni oldik [11, 12]. (5) ifoda yordamida d/L_n nisbatning qiymatini topishimiz mumkin. Xona haroratida $d/L_n \approx 4.37$ bo'ldi. Haqiqatan ham, struktura asosining qalinligi L_n dan ancha katta. O'rganilayotgan strukturani "uzun" diod deb hisoblash mumkin. d/L_n ning qiymatlarini bilgan holda, L_n ning, shuningdek, ko'paytma $\mu_n \tau_n = \frac{qL_n^2}{kT}$ ning ham qiymatlarini turli xil haroratlarda uchun hisoblab topishimiz mumkin. Bu qiymatlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, harorat oshishi bilan $\mu_n \tau_n$ qiymati kamayadi. Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, logarifmik shkalalar bo'yicha tuzilgan $\mu_n \tau_n = f(T)$ bog'liqlik grafigi chiziqli funksiya orqali ekstrapolyatsiya qilinishi mumkin (3-rasm). Ushbu grafikning absissa o'qiga nisbatan qiyaligi $tg\alpha = -1.6$ ga teng. Demak, $\mu_n \tau_n = f(T)$ bog'liqligini $\mu_n \tau_n = A \cdot T^{-1.6}$, kabi funksiya sifatida qarash mumkin, bunda A - haroratga bog'liq bo'lmagan doimiy kattalikdir. Agar o'rganilayotgan harorat oralig'ida τ_n qiymati o'zgarmas deb faraz qilinsa, u holda $\mu_n \tau_n = f(T)$ funksiya μ_n ning haroratga bog'liqligini ifodalaydi va u $\mu = \mu_0 T^{-3/2}$ ko'rinishidagi munosabatga juda yaqin bo'ladi. Ushbu taxminlarni hisobga olgan holda, 300 dan 413 K gacha bo'lgan harorat oralig'ida zaryad tashuvchilarning sochilishlari asosan kristall panjara atomlarining issiqlik tebranishlari ta'sirida ro'y beradi deb qarash mumkin.



3-rasm. Yuqori qarshilikka ega bo'lgan $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ qattiq qorishmasidagi noasosiy zaryad tashuvchilar uchun $\mu_n \tau_n$ ko'paytmaning haroratga bog'liqlik grafigi. Grafikning ikkala o'qi ham logarifmik shkalalarda berilgan.

(4) ifodadagi I_0 koeffitsiyent quyidagi munosabat bilan aniqlanadi [9]:

$$I_0 = \frac{kT}{q} \cdot \frac{S \cdot b \cdot ch\left(\frac{d}{L_n}\right)}{2(b+1) \cdot L_n \cdot \rho \cdot tg\left(\frac{d}{2L_n}\right)}, \quad (6)$$

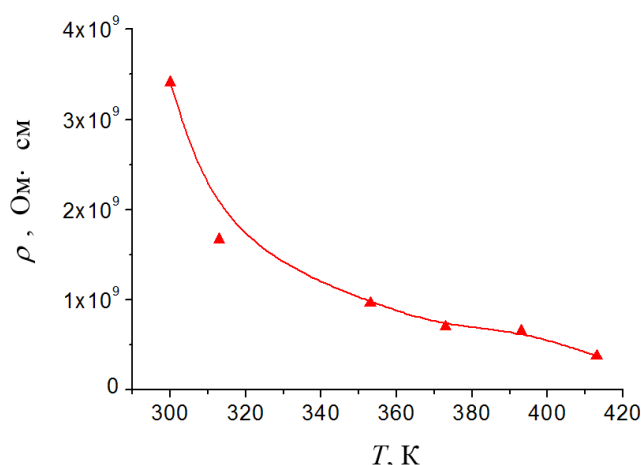
bu yerda S – namuna yuzasi, ρ -solishtirma qarshilik.

(6) munosabatdan foydalanib, yuqori qarshilikka ega bo'lgan $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ o'tish qatlamining xona haroratidagi solishtirma elektr qarshiligi baholandi - $\rho \approx 3.4 \cdot 10^9 \Omega \cdot cm$. $p(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ ($0 \leq x < 0.8$)

epitaksial QQ qatlamining Holl usuli bilan o'lgan solishtirma qarshiligi xona haroratida $0.18 \Omega \cdot \text{cm}$ ni tashkil etdi. Ko'rinib turibdiki, GaAs tagligi va epitaksial qatlam orasida yuqori qarshilikka ega bo'lgan o'tish qatlami hosil bo'ladi, ya'ni, biz $M-n-p-p^+-M$, tipidagi strukturaga egamiz, bu yerda M metall kontaktdir. Ma'lumki, xona haroratida, maxsus legirlanmagan monokristall GaAs odatda $10^2-10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ [13, 14], monokristall ZnSe esa boshqarib bo'lmaydigan kirishmalarining past konsentratsiyasida – $10^{10}-10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ [15] bo'lgan solishtirma qarshilikka ega. Ko'rinishidan, katta solishtirma qarshilikli o'tish qatlami ZnSe molekularining yuqori konsentratsiyasini o'z ichiga olgan QQ qatlamidan hosil bo'ladi.

4-rasmda katta qarshilikka ega bo'lgan $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ o'tish qatlami solishtirma qarshiligining haroratga bog'liqligi keltirilgan bo'lib, uning qiymatlari turli haroratlar uchun 2-jadvaldagi ma'lumotlar asosida (6) ifoda yordamida hisoblangan. 4-rasmdan ko'rinib turibdiki, solishtirma qarshilik harorat oshishi bilan kamayadi. Ma'lumki, yarimo'tkazgichning qorong'ulikdagi o'tkazuvchanligi faollashuv energiyasi (E_a) bilan aniqlanadi [16]:

$$\rho(T) = \rho_0 \cdot e^{\frac{E_a}{2kT}}. \quad (7)$$



4-rasm. Yuqori qarshilikka ega bo'lgan $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ qattiq qorishma qatlami solishtirma qarshiligining haroratga bog'liqligi.

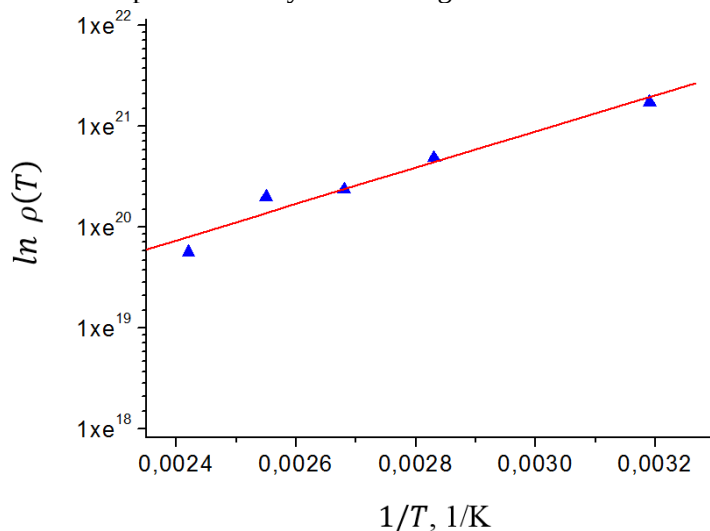
Eksperimental bog'liqlik grafigi $\ln \rho(T) = f(1/T)$ 5-rasmda keltirilgan. Ushbu rasmdan ko'rinib turibdiki, bu grafikni chiziqli funksiya bilan ekstrapolyatsiya qilish mumkin, bu grafikning absissa o'qidan og'ish burchagi E_a ning qiymatini hisoblash imkonini beradi:

$$E_a = \frac{\ln \rho_2 - \ln \rho_1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \cdot \frac{2k}{q}, \quad (8)$$

bu yerda q – elementar zaryad. E_a ning hisoblangan qiymat. $E_a \approx 0.31$ eB ga teng.

Ko'pgina mualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, suyuq fazali va gaz fazali epitaksiya usullari bilan o'stirilgan ZnSe monokristallari, ham hajmiy, ham epitaksial qatlamlarining faollashuv energiyasi 0.13-0.90 eV oralig'ida joylashgan chuqur tuzoq markazlari (CTM)ga ega. Besomi va Wessels GaAs tagligiga epitaksiya yo'li bilan olingan ZnSe qatlami asosidagi ZnSe/GaAs geteroo'tishida mos ravishda yettita CTM faollashuv energiyalarini (E_a) 0.24, 0.33, 0.35, 0.42, 0.54, 0.71 va 0.86 eB topdilar [17]. Ular $E_a = 0.33$ eV bo'lgan CTMni selen vakansiyasi (V_{Se})ga, a $E_a = 0.35$ bo'lgan CTMni esa selen divakansiyasi (V_{Se})ga, yoki V_{Se} ni o'z ichiga olgan kompleksga bog'laydilar [18]. Ish mualliflari suyuq fazali epitaksiya usuli bilan olingan monokristall ZnSe namunalari $E_a = 0.30, 0.35, 0.43, 0.48$ va 0.54 eV bo'lgan CTMlarini aniqlashdi. Bundan tashqari, mualliflar $E_a = 0.30$ eV ni V_{Se} bilan, $E_a = 0.35$ eV ni $V_{\text{Se-Se}}$ bilan, qolganlari esa ichki nuqsonlar va nazoratsiz kirishmalar natijasida hosil bo'lgan komplekslar bilan bog'lashdi. Shirakava va Kukimoto ZnSe kristallarida V_{Se} ga bog'liq bo'lgan $E_a = 0.30$ eV ni aniqladilar [19]. Ular $E_a = 0.30$ eV ZnSe namunalari olish usuliga bog'liq emasligini va ZnSe va $\text{ZnS}_x\text{Se}_{1-x}$ QQlarida ham mavjudligini ko'rsatdilar. Jons va Vuds tomonidan o'tkazilgan ZnSe kristallarining fotoluminestsensiyasi va Holl effektli tadqiqotlari Cl (0.33 eV), In (0.20 eV, 0.37 eV) va Ga (0.37 eV) kabi kirishmalar bilan bog'liq bo'lgan 0.2 dan 0.37 eV gacha bo'lgan E_a

ning bir nechta qiymatlarini aniqladi [20]. Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu yo'nalishdagi katta hajmdagi tadqiqotlarga qaramay, ZnSe monokristallaridagi chuqur markazlarning yagona modeli mavjud emas. Ushbu tahlillarga asoslanib ta'kidlash mumkinki, biz aniqlagan faollasuv energiya qiymati $E_a \approx 0.31$ eV, bu $V_{Se} +$ akseptor tipidagi kirishma atom komplekslari tufayli hosil bo'lgan bo'lishi mumkin.



5-rasm. Yuqori qarshilikka ega bo'lgan $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ qattiq qorishma qatlami uchun $\ln \rho(T)$ ning $1/T$ ga bog'liqligi.

Endi, VAXning darajali funksiyalar bilan aniqlanadigan qismlariga o'tamiz. Xona haroratida injeksiya darajasining oshishi bilan eksponensial qismdan keyin 0.34 – 0.60 V kuchlanishlar oralig'ida VAXning $I \sim V^{2.8}$ qonuniyati kuzatiladi (1-jadvalga qarang). Bu tok tashishning diffuziya rejimi hajmiy zaryadning dielektrik relaksatsiyasi bilan aniqlanadigan dreyf rejimiga o'tganini bildiradi. Bunday holda, ambipolyar dreyf tezligini ifodalovchi (2) ifodada elektr maydonining o'zgarishini tavsiflovchi - $\frac{dE}{dx}$ hadi muhim rol o'ynaydi, ya'ni:

$$N_a < \varepsilon \frac{dE}{dx} - n \frac{\partial}{\partial n} \left(\varepsilon \frac{dE}{dx} \right). \quad (9)$$

Tok tashishda dreyfga nisbatan diffuziyaning ulushi zaif bo'lganligi sababli endi (1) differensial tenglamada birinchi hadini e'tiborga olmaymiz. U holda (1) tenglamaning yechimi sifatida (9) munosabatni hisobga olgan holda, quyidagi Lampert qonunini olamiz:

$$J = \frac{125}{18} \cdot \frac{\varepsilon \mu_p \mu_n \tau_n V^3}{d^3}. \quad (10)$$

Bunda muvozanatli zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasi - N_a injeksiyalangan zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasidan ancha kichik deb taxmin qilinadi. Shuning uchun tok uzatish jarayonida asosiy hissa injeksiyalangan zaryad tashuvchilar tomonidan amalga oshadi.

Biroq, biz amalda $I \sim V^3$ emas, balki $I \sim V^{2.8}$ bog'liqlikni kuzatamiz. Shunga qaramay, shuni ta'kidlash kerakki, bu, albatta, dielektrik relaksatsiyadagi dreyf rejimiga tegishli. Ma'lumki, $I \sim V^3$ xarakteristikasi amalda juda kamdan-kam hollarda kuzatiladi, chunki uni amalga oshirish juda katta, $\frac{d}{L_n} \approx 100$, nisbatni talab qiladi, bizda esa $\frac{d}{L_n} \approx 4$, shu bilan birga (10) munosabatni olishda $n-p$ va $p-p^+$ o'tish sohalaridagi diffuziya jarayonlari hisobga olinmadi.

Kuchlanishning oshishi bilan keyinchalik zaifroq bog'liqlikni kuzatamiz - $I \sim V^{1.9}$, bu hajmiy zaryadning omik relaksatsiyasidagi dreyf rejimiga xosdir. Omik relaksatsiyani muvozanatli zaryad tashuvchilar (N_a) aniqlaydi. Bu rejim injeksiyalangan zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasi N_a dan kam bo'lganda yuzaga keladi. Bunday holat (9) shartdagi tengsizlik belgisining teskarisiga o'zgarishi bilan yuz beradi. Bu holda asosiy tenglama (1)ning yechimi VAX uchun kvadratik bog'liqlikni beradi:

$$J = \frac{9}{8} q \mu_p \mu_n \tau_n N_a \frac{V^2}{d^3}. \quad (11)$$

Bu bir qarashda paradoksal ko'rinadi, chunki injeksiya darajasining oshishi bilan diffuziya rejimidan keyin dastlab dreyf rejimining omik relaksatsiyasi ($I \sim V^{1.9}$), so'ngra dielektrik relaksatsiyasi ($I \sim V^{2.8}$) kuzatilishi kerak edi. Biroq, agar yarimo'tkazgich uyg'onishining kuchayishi bilan zaryadlangan akseptor markazlarining konsentratsiyasi o'zgarishi mumkin deb hisoblasak, VAXdagi bu o'zgarishni oqilona tushuntirish mumkin. Ko'rinishidan, $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ QQni o'stirish jarayonida muqarrar ravishda har xil tabiatdagi nuqsonlar, xususan, selen vakansiyasi – V_{se} , paydo bo'ladi, ularning ba'zilar nuqson+kirishma atom komplekslarini hosil qilishi mumkin. Injeksiyaviy qo'zg'alish kuchayishi, shuningdek, haroratning oshishi bilan bu komplekslar parchalanadi, bu esa yangidan akseptor markazlari (N_a)ning paydo bo'lishiga olib keladi. Ularning konsentratsiyasi yetarli darajada kattalashganda (9) shartdagi tengsizlik belgisi teskarisiga o'zgaradi va dielektrik relaksatsiya rejimi zaiflashadi, chunki v_a ni aniqlovchi (2) ifodaning kvadrat qavsidadagi ikkala had ham ishlay boshlaydi va dielektrik relaksatsiya o'rnini omik relaksatsiya egallaydi. Bu shuningdek, harorat oshishi bilan (9) shartning qoniqlanish va 353 K haroratdan boshlab dielektrik relaksatsiya rejimi butunlay yo'qolishi, m ko'rsatkichining qiymati 2 dan kichik bo'lishidan ($m \leq 1.8$, $T \geq 353$ K haroratlarda) dalolat beradi (1-jadval). Keyinchalik, $I \sim V^{1.3}$ tipidagi VAXni kuzatamiz. Ushbu bog'liqlik bipolyar rekombinatsiya sharoitidagi dreyf rejimiga xosdir.

Xulosa. Shunday qilib, $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ($0 \leq x \leq 0.80$) strukturasi VAXning to'g'ri tarmog'ini o'rganish shuni ko'rsatadiki, kuchlanishning zaif qiymatlarida tok uzatish p-n- o'tishning asos sohasida zaryad modulyatsiyasini hisobga olgan holda diffuziya mexanizmi bilan aniqlanadi. Injeksiya kuchayishi bilan, o'rganilayotgan strukturaning asos sohasidagi hajmiy zaryadning ham dielektrik relaksatsiyasi, ham omik relaksatsiyasi tok o'tkazish mexanizmida muhim rol o'ynaydi, keyin esa zaryad tashuvchilarning bipolyar rekombinatsiyasi muhim rol o'ynaydi. Yuqori haroratlarda rekombinatsiya markazlarida hajmiy zaryadning modulyatsiyasi muhim rol o'ynaydi. 300 dan 413 K gacha bo'lgan harorat oralig'ida zaryad tashuvchining sochilishi asosan kristall panjara tugunlaridagi atomlarning issiqlik tebranishlarida yuz beradi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Titas Pramanik, Sounak Sarkar, Tayur N. Guru Row. Halogen Bonded Network Modulating the Mechanical Property Elastic and Plastic Bending in Nonconventional Molecular Solid Solutions. *Crystal Growth & Design* 2022, 22 (1).- P. 48-53. doi.org/10.1021/acs.cgd.1c01089
2. Sajesh P. Thomas, Reshmi Thomas, Thomas Bjørn E. Grønbech, Martin Bondesgaard, Aref H. Mamakhel, Victoria Birkedal, Bo B. Iversen. Bandgap Tuning in Molecular Alloy Crystals Formed by Weak Chalcogen Interactions.// *The Journal of Physical Chemistry Letters* 2021, 12 (12).- P. 3059-3065. doi.org/10.1021/acs.jpclett.1c00614
3. Reshmi Thomas, Sajesh P. Thomas, Harish Lakhotiya, Aref H. Mamakhel, Martin Bondesgaard, Victoria Birkedal, Bo B. Iversen. Tuning of bandgaps and emission properties of light-emitting diode materials through homogeneous alloying in molecular crystals. *Chemical Science* 2021, 12 (37). -P.12391-12399. doi.org/10.1039/D1SC03714E
4. Nyemaga Masanje Malima, Malik Dilshad Khan, Jonghyun Choi, Ram K. Gupta, Philani Mashazi, Tebello Nyokong, Neerish Revaprasadu. Solventless synthesis of nanospinel $\text{Ni}_{1-x}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($0 \leq x \leq 1$) solid solutions for efficient electrochemical water splitting and supercapacitance. *RSC Advances*. 2021, 11 (49).- P. 31002-31014. doi.org/10.1039/D1RA04833C
5. Saidov A.S., Usmonov S.N., Saidov M.S. Liquid-Phase Epitaxy of the $(\text{Si}_2)_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{GaAs})_y$ Substitutional Solid Solution ($0 \leq x \leq 0.91$, $0 \leq y \leq 0.94$) and their Electrophysical Properties. *Semiconductors*. 2015, (49).- P. 547-550. doi.org/10.1134/S106378261504020X
6. S.P. Suprun, V.N. Sherstyakova, "Epitaxy of ZnSe on GaAs as a Source of the ZnSe Compound", *Physics and Technology of Semiconductors*, 2009, 11 (43).- P. 1570-1575.
7. David R. Lide. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 87th edition (*National Institute of Standards and Technology*) Copyright CRC Press LLC. 2007,- P.2475.
8. Saidov, A. S., Sh N. Usmonov, and D. V. Saparov. Structural Studies of the Epitaxial Layer of a Substitutional Solid Solution $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ with Nanocrystals. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2019. doi.org/10.1155/2019/3932195
9. Адирович Э.И., Карагеоргий-Алкалаев П.М., Лейдерман А.Ю. Токи двойной инжекции в полупроводниках. –М.: Сов. радио, 1978. - 240 с. (in Russian).
10. Стафеев В.И. ЖТФ. 1958. № 28, 1631-1636 с. (in Russian).

11. B.V. Zhuk, I.A. Zhukov, A.A. Zlenko. Structure of n-ZnSe-p-GaAs Heterojunction and Its Photoelectric Properties. *Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov*. 1985, (19). Issue 8,- P.1405.
12. Y.F. Vaksman, Y.A. Nitsuk, Y.N. Purtov & P.V. Shapkin. Inversion of conductivity type in ZnSe single crystals obtained by the method of free growth. *Semiconductors*. 2003, (37).2. - P. 145. doi.org/10.1134/1.1548654
13. Schlecht E., Maiwald F., Chattopadhyay G., Martin S., & Mehdi I. Design considerations for heavily-doped cryogenic Schottky diode varactor multipliers // *Proceedings of the Twelfth International Symposium on Space Terahertz Technology*. 2001, – P.485-494.
14. Вилисова М. Д., Куницын А. Е., Лаврентьева Л. Г., Преображенский В. В., Путятю М. А., Семягин Б. Р., ... & Чалдышев В. В. Легирование слоев GaAs кремнием в условиях низкотемпературной молекулярно-лучевой эпитаксии // *Физика и техника полупроводников*. 2002,(36). 9. - P. 1025-1030.
15. V. Ya. Degoda and G. P. Podust. Features of the Dark conductivity of Zinc Selenide // *Semiconductors*. 2014, (48). 3. - P. 273–280.
16. Середин П.В., Терехов В.А. Физические основы электроники: температурные и магнитные свойства полупроводников. Учебно-методическое пособие. – Воронеж. : изд. «Научная книга». 2020. 34 с. (in Russian).
17. Besomi P., Wessels B.W. Deep level defects in heteroepitaxial zinc selenide // *Journal of Applied Physics*. 1982, (53), 4. - P. 3076-3084.
18. Оконечников А.П., Мельник Н.Н. Глубокие уровни в моно- и поликристаллическом ZnSe, облученном электронами // *Физика и техника полупроводников*. 1994, (28), вып. 8. № 8 С. 1472-1477.
19. Shirakawa Y. и Kukimoto H. The electron trap associated with an anion vacancy in ZnSe and ZnS_xSe_{1-x} // *Solid State Communications*. 1980, (34), .5. - P. 359-361.
20. Jones G., Woods J. The luminescence of self-activated and copper-doped zinc selenide // *Journal of Luminescence*. 1974, (9), .5. - P. 389-405.

Mualliflar:

Saidov A.S.- fizika-matematika fanlari doktori, professor. E-mail: amin@uzsci.net

Usmonov Sh.N. fizika-matematika fanlari doktori (DSc), katta ilmiy xodim. Email: sh_usmonov@rambler.ru

Gaymnazarov K.G. - katta o'qituvchi. E-mail: kgaymnazarov@mail.ru

Saparov D.V. - fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim. E-mail: dada@uzsci.net

UDK: 514.18

CLASSIFICATION OF SURFACE INDICATRICES IN FOUR-DIMENSIONAL GALILEAN SPACE

TO'RT O'LCHOVLI GALILEY FAZOSIDA SIRT INDIKATRISASI KLASSIFIKATSIYASI

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИНДИКАТРИС В ЧЕТЫРЁХМЕРНОМ ГАЛИЛЕЕВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Nurbayev Abdurashid Ravshanovich

Guliston davlat universiteti. 120100. Guliston shahri, 4-mavze.

E-mail: abdurashid3717@gmail.com

Abstract. The paper investigates the classification of surface indicatrices in four-dimensional Galilean space. By reducing indicatrix equations to canonical forms, surface points are classified into elliptic, hyperbolic, and parabolic types. Furthermore, the deformation of surfaces under Galilean transformations and the invariance of total curvature are established. As a result, it is shown that total curvature remains invariant even when isometry is not preserved.

Keywords: Galilean space, indicatrix classification, surface geometry, deformation, curvature, canonical form, cyclic surface.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Annotatsiya. Ushbu maqolada to'rt o'lchovli Galiley fazosida sirt indikatriyasining klassifikatsiyasi o'rganilgan. Indikatriya tenglamalarining kanonik ko'rinishga keltirilishi orqali sirt nuqtalari elliptik, giperbolik va parabolik turlarga ajratilgan. Shuningdek, Galiley harakati yordamida sirt deformatsiyasining xossalari va to'la egrilikning saqlanishi isbotlangan. Natijada, izometriyasi saqlanmagan holatlarda ham to'la egrilik invariantligi ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: Galiley fazosi, indikatriyaning klassifikatsiyasi, sirt geometriyasi, deformatsiya, egrilik, kanonik ko'rinish, siklik sirt.

Аннотация. В данной статье исследуется классификация индикатрис поверхностей в четырёхмерном галилеевом пространстве. Приведение уравнений индикатрисы к каноническому виду позволяет классифицировать точки поверхности на эллиптические, гиперболические и параболические. Кроме того, показаны свойства деформации поверхностей при галилеевых преобразованиях и доказана инвариантность полной кривизны. В итоге установлено, что полная кривизна сохраняется даже в случаях, когда изометрия не сохраняется.

Ключевые слова: галилеево пространство, классификация индикатрисы, геометрия поверхности, деформация, кривизна, канонический вид, циклическая поверхность.

Kirish. Fazoda berilgan sirtning o'rganishda uning geometrik kattaliklari: birinchi va ikkinchi kvadratik formalari, to'la va o'rta egriliklari, bosh egriliklarini bilish muhim. Sirtning bosh egriliklari uning berilgan nuqtasidagi indikatriyasi orqali aniqlanadi. Sirtning berilgan nuqtasi atrofida klassifikatsiya qilish uchun uning shu nuqtadagi indikatriyasini klassifikatsiyasi qilish kerak.

Tekislikda Galiley geometriyasida Yevklid geometriyasi formulalariga o'xshash bir nechta formulalar mavjud. Ular haqida [1,2] adabiyotlarda ma'lumotlar berilgan. Uch o'lchovli Galiley fazosida sirtning birinchi va ikkinchi kvadratik formalari, to'la va o'rta egriliklari, bosh egriliklari [3] kitobida keltirib chiqarilgan. Bu fazoda Frene formulalari [4] ishlarda hosil qilingan. Biz bu maqolada sirtning indikatriyasidan foydalanib sirt nuqtalarini sinflarga ajratamiz.

Tadqiqot obyekti. $\vec{X} = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ va $\vec{Y} = (y_1, y_2, y_3, y_4)$ vektorlar A_4 affin fazosida berilgan bo'lsin. Agar skalyar ko'paytma

$$\begin{cases} x_1 y_1 & \text{agar } x_1 \neq 0, y_1 \neq 0 \\ x_2 y_2 + x_3 y_3 + x_4 y_4 & \text{agar } x_1 = 0, y_1 = 0 \end{cases}$$

shaklda aniqlansa bu A_4 fazo to'rt o'lchovli Galiley fazosi deyiladi [1]. Bu skalyar ko'paytmadan $\vec{X} = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ vektorni normasi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{cases} |x_1| & \text{agar } x_1 \neq 0 \\ \sqrt{x_2^2 + x_3^2 + x_4^2} & \text{agar } x_1 = 0 \end{cases}$$

Agar ikkita $M(a_1, a_2, a_3, a_4), N(b_1, b_2, b_3, b_4)$ nuqtalar berilgan bo'lsa ular orasidagi masofa

$$\begin{cases} |b_1 - a_1| & \text{agar } a_1 \neq b_1 \\ \sqrt{(b_2 - a_2)^2 + (b_3 - a_3)^2 + (b_4 - a_4)^2} & \text{agar } a_1 = b_1 \end{cases}$$

formula orqali topiladi.

Yevklid fazosida harakat parallel ko'chirish va burchakka burishdan iborat. Galiley fazosidagi harakat uch o'lchovli fazoda

$$\begin{cases} x' = x + a \\ y' = h_1 x + y \cos \alpha + z \sin \alpha + b, \\ z' = h_2 x - y \sin \alpha + z \cos \alpha + c \end{cases}$$

to'rt o'lchovli fazoda esa

$$\begin{cases} t' = t + a \\ x' = h_1 t + x \cos \alpha_1 + y \cos \beta_1 + z \cos \gamma_1 + b \\ y' = h_2 t + x \cos \alpha_2 + y \cos \beta_2 + z \cos \gamma_2 + c \\ z' = h_3 t + x \cos \alpha_3 + y \cos \beta_3 + z \cos \gamma_3 + d. \end{cases}$$

almashtirish orqali amalga oshiriladi.

Asosiy qism. Sirtlarni o'rganishda uni biror nuqtasi atrofida tekshirish muhim. Sirtning nuqtasi atrofida uning indikatriyasini tuzib, u orqali sirtning tekshirish mumkin.

Sirtning berilgan nuqtasini koordinatalar boshi sifatida tanlab olamiz va bu nuqtada koordinatalar sistemasini OXYZ kabi olamiz. U holda to'rt o'lchovli Galiley fazosidagi (Γ_4) sirtning indikatriyasi ikkinchi tartibli quyidagi ko'rinishdagi sirt bo'ladi [5].

$$a_{11}x'^2 + a_{22}y'^2 + a_{33}z'^2 + 2a_{12}x'y' + 2a_{13}x'z' + 2a_{23}y'z' = \pm 1 \quad (1)$$

Agar biz bu sirt indikatriyasini maxsus OYZ tekislik evklid burishini amalga oshirsak [6] ya'ni

$$\begin{cases} x'' = x' \\ y'' = y' \cos a + z' \sin a \\ z'' = -y' \sin a + z' \cos a \end{cases}$$

almashtirish qilib yz ko'paytma oldidagi koeffitsientni 0 ga aylantirsak bo'ladi va (1) tenglama

$$a_{11}x'^2 + a_{22}y'^2 + a_{33}z'^2 + 2a_{12}x'y' + 2a_{13}x'z' = \pm 1 \quad (2)$$

ko'rinishga keladi.

Qulaylik uchun sirt indikatrixa tenglamasini (2) ko'rinishga keltirilgan deb uni tekshiramiz.

Teorema. (2) ko'rinishdagi sirt indikatrixa tenglamasini $a_{22} \neq 0, a_{33} \neq 0$ holda

$$\begin{cases} x' = x \\ y' = h_1 x + y \\ z' = h_2 x + z \end{cases} \quad (3)$$

Galiley harakati yordamida

$$k_1 x^2 + k_1 x^2 + k_1 x^2 = \pm 1 \quad (4)$$

kanonik ko'rinishga kelish mumkin.

Bu yerda h_1, h_2 Galiley fazosi burchaklari.

Isbot. Dastlab (3) ni (2) tenglamaga olib borib qo'yamiz. Bunda

$$\begin{aligned} & a_{11}x^2 + a_{22}(h_1x + y)^2 + a_{33}(h_2x + z)^2 + 2a_{12}x(h_1x + y) + 2a_{13}x(h_2x + z) = \pm 1 \\ & (a_{11} + h_1^2 a_{22} + h_2^2 a_{33} + 2a_{12}h_1 + 2a_{13}h_2)x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 + \\ & + 2(a_{22}h_1 + a_{12})xy + 2(a_{33}h_2 + a_{13})xz = \pm 1 \end{aligned} \quad (5)$$

Bu tenglikda xy va xz ko'paytma oldidagi koeffitsiyentlarni 0 ga tenglab

$$\begin{cases} a_{22}h_1 + a_{12} = 0 \\ a_{33}h_2 + a_{13} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h_1 = -\frac{a_{12}}{a_{22}} \\ h_2 = -\frac{a_{13}}{a_{33}} \end{cases} \quad (6)$$

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

h_1, h_2 larni aniqlaymiz. (6) dan ko'rinadiki $a_{22} \neq 0, a_{33} \neq 0$ bo'lishi kerak. (6) da aniqlangan h_1, h_2 larni (5) ga qo'ysak

$$\left(a_{11} + \frac{a_{12}^2}{a_{22}} + \frac{a_{13}^2}{a_{33}} - \frac{2a_{12}^2}{a_{22}} - \frac{2a_{13}^2}{a_{33}}\right)x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 = \pm 1$$

$$\left(a_{11} - \frac{a_{12}^2}{a_{22}} - \frac{a_{13}^2}{a_{33}}\right)x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 = \pm 1 \quad (7)$$

hosil bo'ladi. Agar

$$\begin{cases} k_1 = a_{11} - \frac{a_{12}^2}{a_{22}} - \frac{a_{13}^2}{a_{33}} \\ k_2 = a_{22} \\ k_3 = a_{33} \end{cases}$$

Belgilash kiritsak (4) tenglikka ega bo'lamiz. Teorema isbotlandi.

Demak (2) sirt indikatrisa tenglamasidan (7) kanonik ko'rinishga o'tish uchun

$$\begin{cases} x' = x \\ y' = -\frac{a_{12}}{a_{22}}x + y \\ z' = -\frac{a_{13}}{a_{33}}x + z \end{cases}$$

kabi Galiley harakatini bajarish kerak ekan.

Umuman olganda Galiley harakati yordamida biror sirt shu ko'rinishdagi sirtga o'tadi. Sirtning ko'rinishiga ta'sir qilmagani uchun bu harakat yordamida uni klassifikatsiya qilib ko'rinishini aniqlashimiz mumkin.

Γ_4 fazoda sirtning berilgan nuqtada klassifikatsiya qilish uchun uning indikatrissasini klassifikatsiya qilamiz.

I. Indikatrisa koeffitsientlari $a_{22} \neq 0, a_{33} \neq 0$ bo'lgan holda indikatrissani tenglamasini (7) kanonik ko'rinishini olamiz.

- 1) Agar k_1, k_2, k_3 lar bir xil ishorali bo'lsa – indikatrisa ellipsoid, sirt nuqtasi elliptik bo'ladi.
- 2) Agar k_1, k_2, k_3 lar bir xil ishorali bo'lmasa – indikatrisa bir yoki ikki pallali giperboloid, sirt nuqtasi giperbolik bo'ladi.
- 3) $k_1 = 0, k_2 k_3 > 0$ bo'lsa – indikatrisa elliptik silindr, sirt nuqtasi parabolik bo'ladi.
- 4) $k_1 = 0, k_2 k_3 < 0$ bo'lsa – indikatrisa giperbolik silindr, sirt nuqtasi parabolik bo'ladi.

II. a) Indikatrisa koeffitsientlari $a_{22} \neq 0, a_{33} = 0, a_{13} \neq 0$ bo'lgan holda indikatrissani tenglamasini (2) kanonik ko'rinishini olamiz. Uni tekshirish uchun quyidagi Galiley harakatini qilamiz.

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = x \\ y' = -\frac{a_{12}}{a_{22}}x + y \\ z' = \frac{a_{12}^2 - a_{11}a_{22}}{2a_{22}a_{13}}x + z \end{array} \right.$$

Bu Galiley almashtirishida (2) sirt tenglamasi

$$a_{22}y^2 + 2a_{13}xz = \pm 1 \quad (8)$$

ko'rinishga keladi. Bu bir yoki ikki pallali giperboloddir. Agar bu sirtni $y = 0$ tekislik bilan kesimi OXZ

tekislikdagi $xz = \frac{1}{2a_{13}}$ qarasak, uch o'lchovli Galiley fazasidagi giperbolani siklik holati bo'ladi [3]. Sirt

indikatrasi $a_{22} > 0$ bo'lsa bir pallali, $a_{22} < 0$ bo'lsa ikki pallali giperboloid bo'ladi, to'rt o'lchovli sirtning nuqtasi siklik nuqta bo'ladi.

b) Indikatrasi ko'effitsientlari $a_{22} \neq 0, a_{33} = 0, a_{13} = 0$ bo'lgan holda indikatrasi tenglamasini (2) kanonik ko'rinishini olamiz. Uni tekshirish uchun quyidagi Galiley harakatini qilamiz.

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = x \\ y' = -\frac{a_{12}}{a_{22}}x + y \\ z' = z \end{array} \right.$$

Bu Galiley almashtirishida (2) sirt tenglamasi

$$\frac{a_{11}a_{22} - a_{12}^2}{a_{22}}x^2 + a_{22}y^2 = \pm 1 \quad (9)$$

ko'rinishga keladi. $\Delta = a_{11}a_{22} - a_{12}^2$ deb olsak, $\Delta > 0$ da elliptik silindr, $\Delta < 0$ da giperbolik silindr va

$\Delta = 0$ bo'lsa, $y = \pm \frac{1}{\sqrt{a_{22}}}$ parallel tekisliklar bo'ladi. Yuqoridagi silindrlarni yasovchilari maxsus tekislikka

parallel bo'ladi.

III. Indikatrasi ko'effitsientlari $a_{22} = 0, a_{33} \neq 0, a_{12} \neq 0$ va $a_{22} = 0, a_{33} \neq 0, a_{12} = 0$ bo'lgan hollarda klassifikatsiya huddi "II a)" va "II b)" hollarga o'xshash bo'ladi. Chunki bu hollar avvalgilarni OYZ maxsus tekislikni koordinata o'qlarini almashtirishning o'zidir.

IV. Indikatrasi ko'effitsientlari $a_{22} = 0, a_{33} = 0$ bo'lsa (2) tenglama ko'rinishi quyidagicha bo'ladi.

$$a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + 2a_{13}xz = \pm 1 \quad (10)$$

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Sirt indikatriyasi tenglamasini $a_{12} \neq 0$ bo'lsa $y = -\frac{a_{11}x + 2a_{13}z}{2a_{12}} \pm \frac{1}{2a_{12}x}$ ko'rinishda, $a_{13} \neq 0$ bo'lsa

$z = -\frac{a_{11}x + 2a_{12}y}{2a_{13}} \pm \frac{1}{2a_{13}x}$ ko'rinishda tekshirsak, indikatriyaning ikkita asimptotasi bo'ladi. Ularning biri

OYZ maxsus tekislikdir. Demak bu giperbolik tsilindr ekan.

Agar $a_{12} = 0, a_{13} = 0$ bo'lsa $x^2 = \pm \frac{1}{a_{11}}$ tenglamaga ega bulgan 2 ta parallel maxsus tekislik bo'ladi.

Galiley harakatidagi sirt deformatsiyasining tatbiqi

Sirtning berilgan nuqtasidagi indikatriyasini Galiley harakati yordamida deformatsiya qilsak, sirtning o'zi ham deformatsiyaga uchraydi.

Teorema. Sirtning berilgan nuqtadagi indikatriyasini Galiley harakati yordamida deformatsiya qilsak, sirtning shu nuqtadagi to'la egriligi saqlanadi.

Isbot. Sirtning to'la egriligi saqlanishini ko'rsatish uchun uning bosh egriliklar ko'paytmasi saqlanishini ko'rsatish kerak. Bosh egriliklar sirtning berilgan nuqtasidagi indikatriyaning yarim o'qlari kvadratini teskari qiymatiga tengdir. Demak sirtning berilgan nuqtasidagi to'la egrilik saqlanishi uchun sirtning shu nuqtadagi indikatriyasi yarim o'qlari ko'paytmasi saqlanishi kerak ekan.

Galiley fazosida sirt indikatriyasini (2) ko'rinishda olib, koeffitsientlaridan matritsa tuzib, uning xos sonlarini topamiz.

$$\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{12} & a_{22} - \lambda & a_{23} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (11)$$

Bu tenglamaning yechimlari $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ lar xos sonlar bo'ladi. Ikkinchi tartibli sirtning yarim o'qlari $\frac{1}{\sqrt{|\lambda_1|}}, \frac{1}{\sqrt{|\lambda_2|}}, \frac{1}{\sqrt{|\lambda_3|}}$ larga teng. Demak, biz dastlabki indikatriya tenglamasidagi xos sonlar va deformatsiyaga

uchragandan so'ng hosil bo'lgan tenglama xos sonlarini ko'paytmalarini solishtiramiz.

(11) determinantdan ma'lumki,

$$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{12} & a_{22} & 0 \\ a_{13} & 0 & a_{33} \end{vmatrix}$$

tenglik o'rinalidir. Endi (2) sirt (3) almashtirish bajarsak tenglama (5) ko'rinishda bo'ladi. Uning matritsasini xos sonlarini topish uchun quyidagi tenglamani tuzamiz.

$$\begin{vmatrix} a_{11} + h_1^2 a_{22} + h_2^2 a_{33} + 2a_{12}h_1 + 2a_{13}h_2 - \lambda' & a_{22}h_1 + a_{12} & a_{33}h_2 + a_{13} \\ a_{22}h_1 + a_{12} & a_{22} - \lambda' & 0 \\ a_{33}h_2 + a_{13} & 0 & a_{33} - \lambda' \end{vmatrix} = 0$$

Bu tenglamaning yechimlari (5) ko'rinishdagi sirtning xos sonlari bo'ladi. Bu xos sonlarning ko'paytmasi

$$\lambda_1' \lambda_2' \lambda_3' = \begin{vmatrix} a_{11} + h_1^2 a_{22} + h_2^2 a_{33} + 2a_{12}h_1 + 2a_{13}h_2 & a_{22}h_1 + a_{12} & a_{33}h_2 + a_{13} \\ a_{22}h_1 + a_{12} & a_{22} & 0 \\ a_{33}h_2 + a_{13} & 0 & a_{33} \end{vmatrix}$$

ga teng bo'ladi.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Bu determinantni hisoblashda uning xossalaridan foydalanamiz [7]. Determinantni ikkinchi satrini $-h_1$ ga ko'paytirib birinchi satrga qo'shamiz. Uchinchi satrini ham $-h_2$ ga ko'paytirib birinchi satrga qo'shamiz. Natijada quyidagi hosil bo'ladi.

$$\lambda'_1 \lambda'_2 \lambda'_3 = \begin{vmatrix} a_{11} + a_{12}h_1 + a_{13}h_2 & a_{12} & a_{13} \\ a_{22}h_1 + a_{12} & a_{22} & 0 \\ a_{33}h_2 + a_{13} & 0 & a_{33} \end{vmatrix}$$

Endi oldingi holatdagi ishni ustunlar uchun bajaramiz.

Determinantni ikkinchi ustunini $-h_1$ ga ko'paytirib birinchi ustuniga qo'shamiz. Uchinchi ustunini ham $-h_2$ ga ko'paytirib birinchi ustunga qo'shamiz. Natijada quyidagi hosil bo'ladi.

$$\lambda'_1 \lambda'_2 \lambda'_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{12} & a_{22} & 0 \\ a_{13} & 0 & a_{33} \end{vmatrix}$$

Bundan ko'rinadiki $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 = \lambda'_1 \lambda'_2 \lambda'_3$ xos sonlar ko'paytmasi saqlandi. Demak yarim o'qlarning ko'paytmasi, bosh egriliklarning ko'paytmasi va sirtning berilgan nuqtasidagi to'la egriliklar teng bo'lar ekan. Teorema isbotlandi.

Natija. Yevklid fazosida izometrik bo'lmagan, berilgan nuqtasidagi to'la egriliklari bir xil bo'lgan sirtlar mavjud.

Isbot. Ma'lumki, Galiley almashtirishi Yevklid fazosida izometriyani saqlamaydi. Sirt bu harakatda o'ziga izometrik bo'lmagan boshqa sirtga o'tadi [2].

Yuqoridagi teoremadan ma'lumki, Galiley almashtirishi sirtning nuqtasidagi to'la egriligiga ta'sir qilmas ekan. Demak, Yevklid fazosida Galiley almashtirishi sirtini o'ziga simmetrik bo'lmagan, lekin berilgan nuqtasidagi to'la egriliklari bir xil bo'lgan sirtga o'tkazar ekan.

Xulosa. Galiley fazosidagi harakat determinanti birga teng lekin ortogonal va simmetrik emas. To'rt o'lchovli Galiley fazosi koordinatalar sistemasini $OX_1X_2X_3X_4$ deb olsak, bunda $OX_1X_2X_3$ maxsus gipertekislik deymiz. Bu harakatda sirtning maxsus tekislikdagi nuqtalari o'zgarmaydi. Qolgan ixtiyoriy (t, x, y, z) nuqta shu nuqta orqali o'tgan maxsus gipertekislikda $(t, x + h_1, y + h_2, z + h_3)$ nuqtaga sirpanadi. Bu harakatda izometriya saqlanmaydi. Izometriya saqlanmasa ham yuqorida ko'rdik, to'la egrilik saqlandi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Хачатурян А.В. Геметрия Галилея. –Москва, 2005 . -34 с.
2. Artykbaev A., Sultanov B.M. Invariants of surface Indicatrix in a Special linear transformation. // Mathematics and Statistics, 2019.7(4). –P.106-115.
3. Артикбаев А., Соколов Д.Д. Геометрия в целом в плоском пространстве времени. –Ташкент: Фан, 1991. -180 с.
4. Erjavec Z., Divjak B., Horvat D. The General Solutions of frenet's System in the Equiform Geometry of the Galilean, Pseudo-Galilean, Simple Isotropic and Double Isotropic Spac. // International Mathematical Forum, 2011.6(17). –P. 837-856.
5. Нурбаев А.Р. Индикатриса поверхностей в четырехмерном галилеевом пространстве. // Международной конференции «Современная геометрия и ее приложения-2019»/ Казань 4 – 7 сентября 2019 г. –С. 89-97.
6. Бахвалов С.В., Моденов П.С., Пархоменко А.С. Сборник задач по аналитической геометрии. –Лань: 2009. -384 с.
7. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. –М.: Наука, 2008. -128 с.

Muallif:

Nurbayev Abdurashid Ravshanovich – Guliston davlat universiteti, Matematika kafedrası o'qituvchisi.

E-mail: abdurashid3717@gmail.com

Biologiya

УДК 631.53: 633.3

FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOME FORAGE SAINFOINS (FABACEAE) IN THE SEMI-DESERT ZONE OF UZBEKISTAN

**O'ZBEKISTON ADIR MINTAQASIDAGI AYRIM YEM-XASHAK ZIRAKO'TLARINING (FABACEAE)
O'SISH VA RIVOJLANISH XUSUSIYATLARI**

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ НЕКОТОРЫХ КОРМОВЫХ ЭСПАРЦЕТОВ (FABACEAE) В
АДЫРНОЙ ЗОНЕ УЗБЕКИСТАНА**

Djumaeva Zarina Furkatovna, Karshibaev Khazratkul Kilichievich

Gulistan state university 120105. Gulistan city, 4 th mikroregion.

E-mail: hkarshibaev_53@mail.ru

Abstract. Many species of the genus *Onobrychis* Mill. are the main forage plants of pastures in semi-desert zones of Uzbekistan and have a high content of protein compounds and essential amino acids. Some species of the genus and their varieties are the biological basis for the development of zonal technologies for the production of feed and the biologization of agriculture. The study of the features of seed reproduction of valuable fodder sainfoins in arid conditions is of great practical interest for the conservation of biological diversity, breeding and seed production, selection and zoning of phytomeliorants.

The article is devoted to the peculiarities of growth and development of 4 forage species of the genus *Onobrychis* in the arid conditions of Uzbekistan. Annual species *O. micrantha* and *O. pulchella* proceed to reproduction on the 28-30 day of vegetation, and perennial *O. chorassanica* and *O. seravchanica* in the second year of vegetation. Flowering and fruiting within the shoot occurs acropetally. From the beginning of vegetation to fruit ripening, 61-76 days pass in annuals, and 115-131 in perennials. The potential seed productivity of plants ranges from 58.1- 71.3 (*O. micrantha*) to 689.3-732.2 (*O. chorassanica*) pieces of ovules and the real seed productivity is from 13.1-16.7 (*O. micrantha*) to 131.8-152.3 (*O. chorassanica*) pieces of seeds. The coefficient of seed productivity in species of the genus *Onobrychis* varies from 15.1 to 41.3%, which is an indicator of plant adaptation to arid conditions.

Keywords: *Onobrychis*, Fabaceae, semi-desert zone, fodder plants, growth and development, flowering, цветение, fruiting, seed productivity, adaptation.

Аннотация. Многие виды рода *Onobrychis* Mill. являются основными кормовыми растениями на пастбищах в полупустынных зонах Узбекистана и отличаются высоким содержанием белковых соединений и незаменимых аминокислот. Некоторые виды рода и их разновидности являются биологической основой для разработки зональных технологий производства кормов и биологизации сельского хозяйства. Изучение особенностей семенного размножения ценных кормовых эспарцетов в засушливых условиях представляет большой практический интерес для сохранения биологического разнообразия, селекции и семеноводства, подбора и районирования фитомелиорантов.

Статья посвящена особенностям роста и развития 4-х видов рода *Onobrychis* в аридных зонах Узбекистана. В условиях подгорной равнины однолетние виды *O. micrantha* и *O. pulchella* на 28-30 день вегетации приступают к репродукции, а многолетние *O. chorassanica* и *O. seravchanica* – на втором году вегетации. Цветение и плодоношение в пределах побега происходит акропетально. Созревание плодов наблюдается в конце июля - начале августа. От начала вегетации до созревания плодов у однолетников проходит 61-76 дней, у многолетних - 114 -131. Потенциальная семенная продуктивность растений составляет от 58.1-73.2 (*O. micrantha*) до 689.3-732.2 (*O. chorassanica*) шт. семязачатков, а реальная семенная продуктивность - от 13.1-16.7 (*O. micrantha*) до 131.8 – 152.3 (*O. chorassanica*) шт. семян. Коэффициент семенной продуктивности у интродуцированных видов рода *Onobrychis* варьирует от 15.1 до 41.3 %, который является показателем адаптации растений к полупустынным условиям.

Ключевые слова: *Onobrychis*, Fabaceae, полупустынная зона, кормовое растение, рост и развитие, плодоношение, семенная продуктивность, адаптация.

Introduction

As a result of anthropogenic impacts over the past 50 years, 43% of Uzbekistan's pastures have been degraded and need qualitative improvement [3]. Meanwhile, modern science has quite effective methods for improving pastures, and wild flora has great potential for wild forage plants, the study and expansion of the range of which is very relevant [10, 18, 20, 22]. According to the results of the study of the natural gene pool of wild plants by the employees of VIR named after V.I. N.I. Vavilov recommended 130 species of leguminous plants as promising for use in cultivation [16]. Among them, representatives of the genus *Onobrychis* Mill of family Fabaceae Lindl., which has a high biological and nutritional value, a high content of protein compounds and essential amino acids. Many species of the genus and their varieties are the biological basis for the development of zonal technologies for the production of fodder and biologization of agriculture [1, 3, 8, 9,13].

The study of the characteristics of growth and development, seed reproduction of valuable fodder sainfoin in arid conditions is of great practical interest for the conservation of biological diversity, breeding and seed production, selection and zoning of phytomeliorants.

The purpose of this study is to identify patterns of reproduction and seed productivity of some species of the genus *Onobrychis* in the semi-desert conditions of Uzbekistan.

Objects and methods

The objects of research were 4 plant species belonging to the genus *Onobrychis*: *O. micrantha* Schrenk, *O. pulchella* Schrenk., *O. chorassanica* Bunge and *O. seravchanica* B.Fedtsch.

The material was collected in 2011-2016. in the Mirzachul and Jizzakh steppes, Zaamin, Gallyaaral, Farish adyrs and in the protected area of Zaamin and Khodjamushkent forestries. Field studies were carried out on the territory of the Khojamushkent forestry enterprise of the Yangiabad district (2011-2021) and on the farm "Kutchi" of the Zaamin district (2016-2025) of the Jizzakh region.

Khodjamushkent forestry (40°01'21¹¹ Northern latitude, 68°70'14¹¹ Eastern longitude) and Kutchi farm (40°01'21¹¹ Northern latitude, 68°52'31¹¹ Eastern longitude) are located on the northern side of the Turkestan Range at an altitude of 420-590 m above sea level in the semi-desert zone. According to the botanical and geographical zoning, the study area belongs to the Mirzachul district of the Middle Syrdarya district of the Turan province [25].

The climate is sharply continental. According to the Zaaminskaya AGMS, the amount of precipitation ranges from 266 to 460 mm per year, the average annual for the period of research is 357 mm. The average annual air temperature is +13.4 °C, and the relative air humidity is 56-58%. The soil is a typical gray soil.

Features of the biology of flowering plants were studied according to the method of A.N. Ponomarev [19] modified by us [2]. Pollen fertility was determined by the acetocarmine method, and ovule fertility y was determined by the accelerated method Barykina et al. [4]. Seed productivity was determined by the method of I.F. Satsyperova [21] with some changes and additions. Two main indicators were calculated: potential (PSP) and real (RSP) seed productivity [7]. The obtained digital data were processed by the methods of variation statistics [17].

Results and discustion

The selected objects of research in terms of life form belong to the group of herbs. Many species of the genus *Onobrychis* are considered promising forage plants [8-9,13].

In adyr conditions, shoots of annuals appear 8-12 days after sowing, perennials - 15-23. Cotyledons of seedlings in all species grow very slowly, within 10-14 days. The shape of the cotyledons varies depending on the species: from oval to obovate, and the dimensions range from 4-6 mm in length and 2.0-3.1 mm in width. The first leaf of *O. micrantha* and *O. pulchella* is ternate, while that of *O. chorassanica* and *O. seravchanica* is simple. From the 4th-5th node, *O. chorassanica* and *O. seravchanica* have pinnate leaves. In the process of individual development, they have morphological heterophylly, which is expressed in the change of simple leaves by trifoliate and more complex pinnate.

Active growth of plants in annuals is observed in April-May. In *O. micrantha* and *O. pulchella*, budding is observed in the second decade of May. After 10-12 days from the beginning of budding, the plants begin to bloom, which lasts 18-27 days. In the second decade of June, the beginning of fruiting is noted in *O. pulchella*, then in *O. micrantha*, and fruit ripening was noted at the end of June. In general, from the beginning of the growing season to the ripening of fruits in annual sainfoin, 58-67 days pass. In May - June, perennials have an active growth of plants and the formation of shoots of the second order. The growth rate gradually

decreases in the second half of July and stops by the third decade of August. By the end of the growing season, shoots of the first order in *O. chorassanica* reach 30-35 cm, and in the species *O. seravchanica* - 34-41 cm.

The regrowth of shoots of the first order in biennial plants was observed in late March - early April. The growth and development of plants, like the previous year, were more intense in April-May, and then a gradual decrease is noted. At the age of two, *O. chorassanica* and *O. seravchanica* enter the generative phase. They bloom profusely and bear fruit. There are no significant differences in terms and rates of growth and development of three-year-old and perennial plants compared to two-year-old specimens. Below we will dwell on the features of the growth and development of three-year-old individuals, when the studied perennial sainfoin species have a generative period of development.

The growth of shoots of the first order, as in previous years, is observed in late March - early April. Active growth and development of shoots in perennial sainfoin occurs in April - May, and then gradually decreases. Plant height at this time reaches from 116-130 cm (*O. seravchanica*) to 135-160 cm (*O. chorassanica*).

In the first decade of May, perennials begin to bud. Fruit ripening is observed in late July - early August. From the beginning of the growing season to fruit ripening, *O. chorassanica* takes 114-123 days, and *O. seravchanica* - 126-131 days.

By differences in the growth and development of plants in natural habitats and culture, one can judge the degree of adaptation of one or another species to new environmental conditions. Many plant species in cultivation have noticeably increased the size of the above-ground parts, bloom profusely and bear fruit [2-3]. As I.V. Belolipov et al. [5] the presence of fruiting can be used as a reliable indicator of the success of plant introduction.

Thus, all studied species of the genus *Onobrychis* successfully grow and develop under arid conditions. Annual species are more adapted to arid growing conditions, which is reflected in the rapid growth and development of the accelerated origin of phenophases and ontogenesis. From the beginning of the growing season to the ripening of fruits, annuals take 51-76 days, perennials - 115-130. Vegetation of annual species of sainfoin continues until mid-July, in perennial species - until early October, sometimes before the onset of autumn frosts.

Issues related to the characteristics of reproduction have always been one of the central ones in plant biology, since they are crucial for the existence of the species [6-7, 11-12]. Anthecology, as the most important main part of the process of plant reproduction, has its own specific tasks and research methods [6]. The flowering phase is central, forming the structure of connections of all phenophases and reflecting the adaptation of plants to a new environment.

Annual species begin flowering first, then perennial ones. In annual species, the flowering phase in natural habitats is 32-36 days, and in culture - 43-48. In perennial sainfoin, respectively, - 37-43 and 47-55.

On each shoot, depending on the species, an average of 4-5 (*O. micrantha*) to 7-8 (*O. seravchanica*) inflorescences are laid. Usually, some of the established buds, located in the upper part of the inflorescences, soon dry up and fall off. As a result, there are from 8-9 (*O. pulchella*) to 44-49 (*O. chorassanica*) blooming flowers in the inflorescences.

In all species, the blooming of flowers both in inflorescences and on the shoot as a whole is carried out in an acropetal order. The flowering of one inflorescence in the studied taxa lasts on average from 6-7 (*O. pulchella*) to 11-14 (*O. seravchanica*) days. The studied species of legumes are characterized by daytime blooming of flowers. With an increase in temperature and a decrease in air humidity, the number of bloomed and, accordingly, opened flowers increases, reaching its peak, mainly at midday (13-15) hours. At this time, the highest temperature and low relative humidity are observed, which favors the active flight of pollinating insects.

In the opening and pollination of flowers in the studied species, together with *Andrena ulica*, *A. erschowi*, *Melitta clavicornis*, *M. argentata*, *M. communis*, etc., the honey bee (*Apis mellifera*) is involved. The flowers of *O. chorassanica* are pollinated by bees *Anthophora erschowi*, *A. murina*, *A. freimuthi*, etc. The opening phase of the studied species lasts an average of 4-6 seconds. The stigmas of opened (pollinated) flowers remain receptive for 5-8 hours. Usually, several flowers open in each inflorescence and the bees do not miss a single open and closed flower, except for wilted ones, when visiting. By visiting many times the flowers of legumes, the bees re-pollinate them and provide a high efficiency of cross-pollination.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

The fertility of pollen and ovules is one of the most important elements that determine the seed productivity of plants. The identification of patterns of morphogenesis and the reasons for their decline is extremely important for understanding the plasticity of reproduction systems and is the key to the successful application of non-standard technologies in genetics, breeding and seed production, in predicting the reserves of resource plants. This is especially important in connection with the practical necessity of introducing esspacets into new habitats and identifying the causes that cause disturbances in the course of reproductive processes.

The study of the fertility of pollen and ovules in the studied fodder sainfoin is of particular importance in connection with their introduction into culture. Mature pollen grains of the studied species are two-celled, solitary, three-pore, oval or oblong-oval, dry and yellow. The fertility of pollen grains in the studied species over the years of research was quite high (80-95%).

In 2021-2024 we conducted a study of the number of fertile ovules per ovary. The number of ovules in the ovary varies slightly over the years of research within the species. The fertility of ovules in *O. micrantha* and *O. pulchella* is quite high (90-95%), while in *O. chorassanica* and *O. seravchanica* it is 67-81%.

Observations have shown that in arid conditions the fruiting phase of *O. micrantha* is observed on May 26-28, and in *O. pulchella* - on June 10-15. Of the perennials in the 4th year of vegetation, *O. chorassanica* is the first to start fruiting in mid-June, and *O. seravchanica* at the end of June. The period of fruit formation on the shoots of *O. micrantha* lasts 22-26 days, and fruit ripening takes 15-16 days, while in *O. chorassanica*, 38-41 and 29-32 days, respectively.

In perennials, the duration of fruiting of an individual is associated with the abundance of inflorescences and flowers developing on it. Gradual opening of flowers and setting of fruits in acropetal order lengthens the duration of the fruiting phase. The regularity of fruiting and the viability of seeds determine the survival of the species. The activity of seed renewal of a species within a phytocenosis is closely related to the number of viable seeds produced by populations of a given taxon [11, 16].

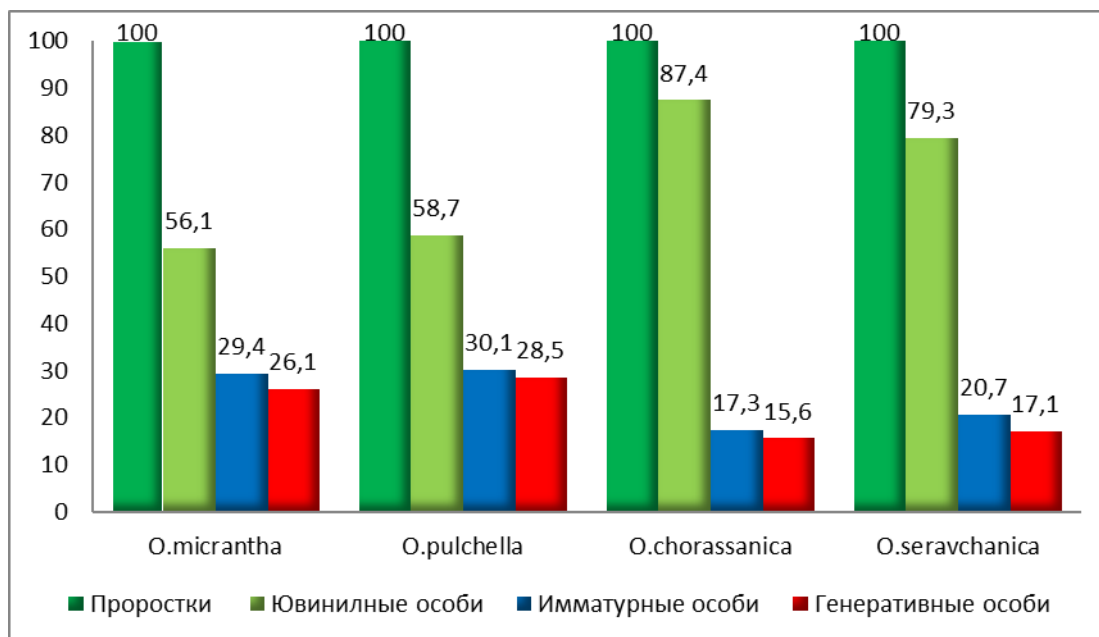
In order to establish the potential and actual seed productivity in the studied species of sainfoin, the elements of seed productivity of plants were determined (Table 1).

Table 1. The number of flowers and formed fruits on the shoot, pcs/% (average for 2021-2023)

№	Specias	The laid buds	Opened flowers	Fruit set	Ripe fruits
1	<i>O. micrantha</i>	$\frac{63.1}{100}$	$\frac{37.2}{58.9}$	$\frac{21.2}{33.6}$	$\frac{17.2}{27.2}$
2	<i>O. pulchella</i>	$\frac{75.9}{100}$	$\frac{50.6}{66.6}$	$\frac{33.5}{44.1}$	$\frac{31.7}{41.8}$
3	<i>O. chorassanica</i>	$\frac{368.8}{100}$	$\frac{275.9}{74.8}$	$\frac{104.0}{28.2}$	$\frac{79.1}{21.4}$
4	<i>O. seravchanica</i>	$\frac{299.2}{100}$	$\frac{249.1}{77.1}$	$\frac{91.2}{26.1}$	$\frac{68.3}{22.8}$

* Note: The number of shoots studied annually (n) is 30 at $t > 3$, $P < 0.05$; in the numerator – the arithmetic mean, in the banner – a specific indicator in % of the number of buds laid.

The fluctuation of the planting fruit elements, apparently, is determined by the complex factors of the habitat of the coenopopulation of plants. In the studied species, from 23 (*O. seravchanica*) to 33% (*O. pulchella*) of the established buds on the shoot die off and dry out before the flower blooming phase (fig.1) Dying buds are more often noted in the upper part of inflorescences and shoots. As a result, on the shoot of the studied species, on average, from 17.3 (*O. micrantha*) to 79.3 (*O. chorassanica*) pcs. ripe fruits. It was revealed that from 1 (*O. pulchella*) to 3 (*O. seravchanica*) ovules are laid in one bud, depending on the plant species. The ovules of the studied species are campylotropic, crassinucellate, and two-integumentary.



Seedlings juvenile individuals, immature individuals, generative individuals.

Figure 1. Survival rate of seedlings and juvenile individuals in the Adir zone, % (average for 2021-2023).

The seed in the studied species is a mature ovule containing an embryo, a supply of nutrients, and integuments that have turned into spermoderm [14]. In the process of turning the ovule into a seed, the micropyle disappears, the funiculus separates from the ovules, leaving a scar.

All studied species differ markedly from each other in potential and actual seed productivity. The highest potential seed productivity is characterized by *O. chorassanica*, the lowest - by *O. micrantha* (Table 2). Unlike annual species, perennials have the lowest real seed productivity; they have from 70 to 150 mature seeds on the shoot.

Table 2. The potential and real seed productivity (n = 30)

Specias	Years	The number, pcs		CSP, %
		PSP	RSP	
		$M \pm m$	$M \pm m$	
<i>O. micrantha</i>	2021	68.4±4.4	16.7±0.8	24.4
	2022	71.3±4.1	17.1±1.0	24.0
	2023	58.1±3.2	13.7±0.8	23.6
<i>O. pulchella</i>	2021	79.4±5.2	27.7±2.2	34.9
	2022	74.3±4.2	30.7±2.0	41.3
	2023	75.9±4.3	26.2±2.1	34.5
<i>O. chorassanica</i>	2021	689.3±43.0	152.3±8.6	22.1
	2022	732.2±41.9	131.8±8.1	18.0
	2023	716.7±51.8	139.1±6.5	19.4
<i>O. seravchanica</i>	2021	603.8±30.4	101.8±5.4	16.8
	2022	590.5±34.7	103.3±6.2	17.5
	2023	612.6±32.6	92.3± 4.6	15.1

* Note: PSP- potential and RSP – real seed productivity, CSP- coefficient of seed productivity

It has been established that the productivity coefficient (PCP) of plants in the studied esparcetes varies from 15.1 to 41.3%. Compared to perennials, annuals are characterized by a higher PCP. Especially among them, *O. pulchella* is distinguished, in which PCP is 34.5-41.3% (Table 2).

The low seed productivity of perennial sainfoin is caused by the complex effect of abiotic (high temperature and solar radiation, lack of water, soil salinity) and biogenic (lack of pollinators during flowering) factors. According to

I.I. Shamrova [23], the ovule and the seed are integrated dynamic systems, the main elements of which determine the specifics of the development of the embryo and, ultimately, seed reproduction. A certain part of the ovules under the influence of various factors degenerate and become aberrant, in which morphogenetic deviations are revealed. Very often, aberrant ovules and seeds in leguminous plants (*Medicago*, *Trifolium*, *Alhagi*, *Glycyrrhiza*, *Meristotropis*) are characterized by destruction processes, starting from the early stages of development of the female gametophyte and embryogenesis [6,11-12, 14, 21].

However, the tolerance and ecological plasticity of the stages of the reproduction system of the studied fodder sainfoin allows them to grow and adapt to the harsh arid climate of Uzbekistan.

Conclusions

1. All studied species of the genus *Onobrychis* successfully grow and develop in arid conditions. Annual species are more adapted to arid growing conditions, which is expressed in rapid growth and development, accelerated phenophases and ontogenesis. From the beginning of the growing season to fruit ripening, annuals take 51-76 days, and perennials - 115-130.

2. Flowering in inflorescences and shoots occurs in acropetal order. The fertility of pollen and ovules in the studied species is quite high (for pollen - 75.2 - 88.4, and for ovules - 72.3 - 87.2%). They are characterized by a diurnal type of blooming with a maximum of 13-15 hours, which is closely related to temperature and relative humidity. In sainfoin, cross-pollination predominates. The main pollinators are bees from the genera *Andrena*, *Anthophora*, *Melitta* and *Apis mellifera*.

3. Potential seed productivity of plants ranges from 52.1-71.3 (*O. micrantha*) to 689.3-732.2 (*O. chorassanica*) pcs. ovules, and real seed productivity - from 13.9 – 16.7 (*O. micrantha*) to 131.8-152.3 (*O. chorassanica*) pcs. seeds. The coefficient of seed productivity in species of the genus *Onobrychis* varies from 15.1 to 41.3%, which is an indicator of plant adaptation to arid conditions. The low real seed productivity of plants is due to the complex effect of abiotic and biogenic factors.

References:

1. Ашурметов А.А., Каршибаев Х.К. Особенности семенного размножения некоторых видов сем. Fabaceae в аридной зоне Узбекистана // Растительные ресурсы, 2002. - Вып.1. -С. 65-72
2. Ашурметов О.А., Каршибаев Х.К. Методические указания по изучению процесса репродукции растений. – Ташкент, 2008. - 24 с.
3. Каршибаев Х.К., Джумаева З.Ф. Репродуктивная биология кормовых бобовых растений в аридных условиях Узбекистана. - Ташкент: Издательство «Махалла ва Оила», 2021. - 140 с.
4. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чурбатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. - М., 2004.- 312 с.
5. Белолипов И.В., Тухтаев Б., Каршибаев Х.К. 2011. Методические пособие по интродукции растений.- Гулистон. -24 с.
6. Верецагина В.А., Новоселова Л.В. Репродуктивная биология *Medicago lupulina* (Fabaceae) //Бот.журн., 1997.Т.82.№1. - С. 30-39.
7. Злобин Ю.А. Потенциальная и реальная семенная продуктивность // В кн.: Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции.- СПб., 2000.Том 3. - С. 258-261.
8. Ибрагимов К.М., Умаханов М.А., Мусаев М.Р. Технология возделывания эспарцета песчаного при фитомелиорации аридных пастбищ // Проблемы развития АПК региона, 2020. N 2. - С. 60-65.
9. Игнатъев С. А., Регидин А. А. Оценка продуктивности и качества корма сортов эспарцета // Зерновое хозяйство России, 2020. № 3(69). - С. 12–15.
10. Каршибаев Х.К. О репродукции *Goebella pachicarpa* (Fabaceae) в аридных зонах Узбекистана //Растительные ресурсы. Том 50. Вып. 4. С. 544 – 550.
11. Каршибаев Х.К., Тухтаев Б.Е., Каршибаев Ж. Особенности репродукции дикорастущих растений аридных зон Узбекистана. Saarbrücken, Deutschland: Lambert Acad. Publ., 2014. - 48 с.
12. Каршибаев К.К., Каршибаев Ж.К., Джумаева З.Ф., Абдухоликов Ф.Б. Биология семян некоторых кормовых бобовых растений (Fabaceae) в аридной зоне Узбекистана // Вестник Гулистанского государственного университета ,2020. N 4.- С. 9-19.

13. Коберницкая Т.М. Изучение коллекции эспарцета в условиях Акмолинской области // В сб.: Многофункциональное адаптивное кормопроизводство, 2020. - М. С. 64-66.
14. Колясникова Н.Л. Эмбриология некоторых кормовых растений семейства Fabaceae Lindl. // Вестник Пермского университета. Биология. - 2012. Вып.2.- С. 4-5.
15. Колясникова Н. Л. «Роль репродуктивной биологии в решении проблемы повышения семенной продуктивности кормовых бобовых трав» // Пермский аграрный вестник. 2015. № 4(12). - С. 60–64.
16. Левина Р. Я. Репродуктивная биология семенных растений. М., 1981.- 96 с.
17. Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных. Горно-Алтайск, 2005.- 71 с.
18. Мустафаев С.М., Мурадов Ш.О., Киличева Д.И. Перспективы введения в культуру бобовых местной флоры // Проблемы науки, 2017. N 3 (16).- С. 9-14.
19. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений. // В кн.: Полевая геоботаника. - М.- Л., 1960. Т. 11.- С. 9-19.
20. Раббимов А. Чўл яйловларининг ҳосилдорлиги оширишнинг интродукция ва селекция асослари. // Қишлоқ хўжалиги фанлари бўйича докторлик диссертация автореферати. -Тошкент, 2022. – 66 б.
21. Сацыперова И.Ф.. Основные аспекты и методы изучения репродуктивной биологии травянистых растений при их интродукции // В кн.: Труды Бот. ин-та. Вып. 8. - СПб, 1993- С. 25-35.
22. Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. Биогеоэкологические принципы и методы экологической реставрации пустынных пастбищных экосистем Средней Азии // Аридные экосистемы, 2012.- Т. 18. N 3 (52). С. 5-21.
23. Шамров И.И. Факторы снижения семенной продуктивности у цветковых растений // Растительные ресурсы, 2020. Том.56. Вып. 1. – С.4-15.
24. Novoselova L.M. Bud cleistogamy at annual species of genus *Medicago* L.// Czech J. Genet. Plant Breed., 2003.V. 39. - P. 285-287.
25. Tojibaev K.Sh., Beshko N.Yu., Popov V.A. Botanical geography of Uzbekistan- . Seoul, 2016.- 224 p.

UO‘K 619.576.895.42.

IDENTIFICATION OF PATHOGENS FOUND IN TICKS FROM KARAKALPAKSTAN AND BUKHARA REGIONS USING REAL-TIME POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) METHOD

POLIMERAZA ZANJIR REAKSIYASI USULIDA QORAQALPOG‘ISTON VA BUXORO HUDUDIDAGI KANALARDA UCHROVCHI PATOGENLARNI ANIQLASH

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАТОГЕНОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ У КЛЕЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ КАРАКАЛПАКСТАНА И БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

¹Mirzayeva Adolat Usmonboyevna, ²Ibadullayeva Nargiz Sapiyevna, ²Qo‘shoqova Dilafruz Shavkat qizi, ²Mirkasimova Halida Hafizovna, ²Xikmalullayeva Aziza Saidullayevna, ³Berdiyeva Sabokat Bahrom qizi, ²Kamolxodjayev Dilmurod Alixodjayevich.

¹O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Zoologiya instituti 100053, Toshkent sh., Bog‘ishamol ko‘chasi 232-b.

²Respublika ixtisoslashtirilgan epidemiologiya, mikrobiologiya, yuqumli va parazitlar kasalliklar ilmiy-amaliy tibbiyot markazining Virusologiya ilmiy-tadqiqot instituti, 100194, Toshkent sh., Yangi shahar ko‘chasi, 7A.

³Novosibirsk davlat universiteti. 630090, Novosibirsk viloyati, Rossiya

E-mail: dilafruzshavkatovna0088@gmail.com

Abstract. In the Republic of Karakalpakstan, 5,373 tick specimens were collected from 1,984 livestock animals, while in the Bukhara region, 2,086 tick specimens were collected from 816 domestic animals. The samples were tested in real-time using the Polymerase Chain Reaction (PCR) method for the presence of *Rickettsia*. The results of the study showed a high level of *Rickettsia* spp. infection in the following districts of

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Karakalpakstan: Amudarya district — $73.1 \pm 2.4\%$, Takhiyatosh district — $50 \pm 6.45\%$, and Chimbay district — $37.37 \pm 2.2\%$. The overall infection rate of ticks with *Rickettsia* spp. in Karakalpakstan was found to be $15.8 \pm 0.49\%$. In addition, the samples collected from the Bukhara region were tested for *Coxiella burnetii*, belonging to the family Coxiellaceae. The overall infection rate was determined to be $6.71 \pm 0.54\%$. High infection rates were observed in Jondor district — $20 \pm 2.76\%$, Vobkent district — $10.5 \pm 1.33\%$, and Bukhara district — $10.5 \pm 1.88\%$.

Keywords: Ixodidae, Argasidae, *Rickettsia* spp., *Coxiella burnetii*, Karakalpakstan, Bukhara, infestation.

Аннотация. В Республике Каракалпакстан из 1984 сельскохозяйственных животных было собрано 5373 экземпляра клещей, а в Бухарской области из 816 домашних животных — 2086 экземпляров клещей. Образцы были исследованы в режиме реального времени методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) на наличие риккетсий. Результаты исследования показали высокий уровень зараженности *Rickettsia* spp. в следующих районах Каракалпакстана: Амударьинский район — $73,1 \pm 2,4\%$, Тахиаташский район — $50 \pm 6,45\%$, и Чимбайский район — $37,37 \pm 2,2\%$. Общий уровень зараженности клещей *Rickettsia* spp. на территории Каракалпакстана составил - $15,8 \pm 0,49\%$. Кроме того, образцы, собранные в Бухарской области, были исследованы на наличие *Coxiella burnetii* из семейства Coxiellaceae. Общий уровень зараженности составил $6,71 \pm 0,54\%$. Высокая зараженность наблюдалась в Джондорском районе — $20 \pm 2,76\%$, Вабкентском районе — $10,5 \pm 1,33\%$ и Бухарском районе — $10,5 \pm 1,88\%$.

Ключевые слова: Ixodidae, Argasidae, *Rickettsia* spp., *Coxiella burnetii*, Каракалпакстан, Бухара, заражение.

Kirish. Ma'lumki, kanalar (ticks) chivinlardan keyin butun dunyo bo'ylab inson va hayvonlar patogenlarining ko'plab turlarini yuqtiradigan eng muhim tashuvchilardan biridir [1]. Qoramol, qo'y va echkilar kabi chorva mollari esa kanalar tashiydigan turli patogenlarning xo'jayinlari va ehtimoliy rezervuarlari hisoblanadi [2]. Bo'g'imoyoqlilar orqali tarqaladigan rikketsiozlarni *Rickettsia* spp. keltirib chiqaradi. Xuddi shunday qadimiy, zoonoz kasalliklardan biri Q isitmasi hisoblanib, uni *Coxiella burnetii* keltirib chiqaradi.

Bugungi kunda mamlakatimizda olib borilayotgan tadqiqotlar O'zbekistonda rikketsiologiyani rivojlanayotganligidan dalolat beradi. O'zbekistonlik olimlar tomonidan ayrim viloyatlarida o'tqazilgan tadqiqotlar natijalari 2024-yilda chop etilgan va unda birinchi marta *Rickettsia barbariae*, *Rickettsia massiliae* va *Rickettsia sibirica* ning 6 ta genotipi aniqlanganligi va gen bankiga kiritilganligi bayon etilgan. Rikketsiozlarni tarqatishda asosan *Hyalomma* va *Rhipicephalus* avlodi kanalari katta ahamiyatga ega ekanligi aniqlangan [3]. Mamlakatimizdagi iqlim o'zgarishi rikketsioz kasalliklarni tarqatuvchi kanalar uchun qulay yashash muhitini ta'minlaydi. O'zbekiston hududidagi hayvonlar va odamlarda uchrovchi zoonoz yuqumli kasalliklarni tashuvchilarining turlar jihatdan yuqori xilma-xillikka egaligi va sinantrop turlar miqdorining ortishi, tabiiy o'choqlardan aholi istiqomat qilayotgan hududlarga transmissiv infeksiyalar va invaziyalar paydo bo'lish xavfi vujudga kelishini ta'kidlash mumkin [4]. Tabiiy yerlarni o'zlashtirish biologik obyektlarning hayotiy faolligiga, shu jumladan, parazitlar tizimlar vakillarining areallarini o'zgarishiga va ular populyatsiyasi sonining ortishiga olib kelishi kuzatilmoqda. Bu esa, bevosita ular orqali yuqumli kasalliklarning ham tarqalishiga sabab bo'lmoqda [5].

Polimeraza zanjirli reaksiyasi (PZR) kanalarining patogenlar mavjudligini tahlil qilish uchun keng qo'llanilishi orqali rikketsiyaning yangi turlarini tavsiflash imkonini bermoqda [6; 7]. PZR test to'plamlari Kanada hamda bemorning biomaterialida rikketsioz patogenlarini aniqlashda muhim ahamiyatga egadir.

Tadqiqot maqsadi. O'zbekistonning Qoraqallog'iston va Buxoro hududidagi kana bilan yuqadigan patogenlarni aniqlash.

Tadqiqot usullari. Kana namunalari yig'ish ishlari 2023-2024 yillarda mamlakatimizning Qoraqalpog'iston Respublikasi va Buxoro viloyati hududlarida *Ixodidae* va *Argasidae* oilasiga mansub kanalarining qishloq xo'jaligi hayvonlari tanasidan va ular saqlanadigan inshootlardan olindi. Uy hayvonlarining 2800 boshidan 7459 nusxa kana namunalari yig'ildi.

Bir qancha mualliflarning ilmiy manbalarida keltirilgan tartibda kanalarni yig'ib olish amalga oshirildi [5; 8]. Kana namunalari hayvonlar tanasidan pinset yordamida ehtiyotkorlik bilan terib olindi. Tur tarkibini aniqlash, morfo-biologik xususiyatlarini o'rganish uchun markerlangan shisha idishlarga yig'ildi. Laboratoriya

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

sharoitida kana namunalari identifikatsiyalash ishlari morfologik belgilariga ko'ra, bir qancha mualliflar ishlarida keltirilgani kabi mikroskop kuzatishlari asosida amalga oshirildi [4; 9].

Kana turlariga qarab 3-4 nusxadan hovonchaga joylashtirildi. Voyaga yetgan kana steril suvda yuvildi va steril skalpel bilan lateral ravishda ajratildi, yirik kanalarining yarmi maydalanib, qolgan qismi keyingi tahlil uchun - 80°C haroratda saqlandi [3; 4].

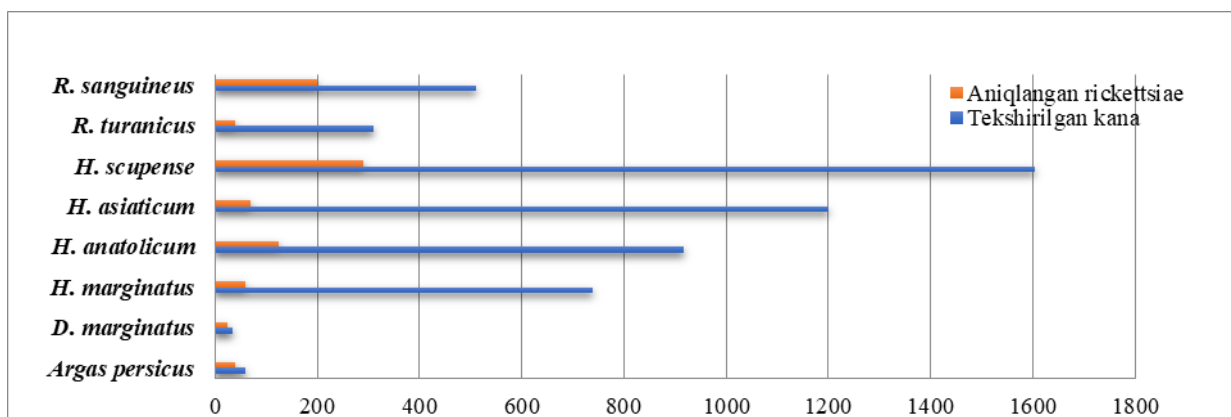
Kananing ikkinchi yarmi steril skalpel bilan maydalandi, pullarga guruhlangan va DNK ekstraksiyasidan oldin qonni olib tashlash uchun uch marta fosfat buferida yuvildi [3; 4; 9; 10]. Kanalar hovonchada maydalangach, rikketsiyaning antibiotiklarga yuqori sezuvchanligi sababli har bir pulga fiziologik eritmadan 1-1,5ml solib chiqildi. Sentrifugalangan suspenziyalar PZR usulida tekshirish uchun olindi. Har bir puldan kanalarni suspenziya qilish va DNKni ajratish jarayonlari "РеалБест ДНК *Rickettsia species*" to'plamining yo'riqnomasi asosida amalga oshirildi. Rikketsiyaning PZR usuli orqali real vaqt rejimida aniqlash uchun Rotor-Gene uskunasi foydalanildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Tadqiqot ishlari davomida Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida kanalarining 8 turi mavjud ekanligi ma'lum bo'ldi. Ulardan 7 tur *Ixodidae* oilasiga (*D.marginatus*, *H.anatolicum*, *H.asiaticum*, *H.scupense*, *H.marginatus*, *Rh.turanicus*, *Rh.sanguineus*) va bir tur *A.persicus* *Argasidae* oilasiga mansubligi aniqlandi. Qoraqalpog'iston hududlarida Ixodoid katta oilasiga kiruvchi kanalarining qishloq xo'jaligidagi hayvonlar tanasi hamda ular saqlanadigan inshootlarda *D.marginatus*, *H.anatolicum*, *H.asiaticum*, *H.scupense*, *H.marginatus*, *Rh.turanicus*, *Rh.sanguineus* va *A.persicus* kabi turlar 4 avlodga mansub ekanligi aniqlandi.

Uy hayvonlari, jumladan qoramol, qo'y, echki, ot hamda tovuqlardan Ixodoidea katta oilasiga mansub kana namunalari yig'ildi. Olingan natijalar tahlili ko'p miqdorda zararlanish mayda shoxli hayvonlarda bo'lganligini, zararlanish miqdori *Bos taurus* – 46%, *Capra hircus* – 42,9%, *Ovis aries* – 60,9%, *Gallus gallus domesticus* – 61,1%, va *Equus ferus caballus* – 47,3% ni tashkil etganligini ko'rsatdi.

Qoraqalpog'istonda *Rickettsia spp.* bilan kanalarining zararlanish darajasi qishloq xo'jaligi hayvonlari va ular saqlanadigan inshootlarda qayd etilgan kanalarda zararlanish miqdorining yuqoriligini ta'kidlash mumkin. *Rickettsia spp.* bilan zararlangan kana turlarining umumiy ekoparazitlarga nisbati quyidagicha: *H. anatolicum* – 7,98±0,1%, *H. asiaticum* – 5,83±0,67%, *H. marginatus* – 7,98±0,1%, *H. scupense* – 18,08±0,92%, *R. turanicus* – 12,9±1,9%, *R. sanguineus*ni – 39,2±2,16% va *D. marginatus* – 71,43±7,6% (1-rasm). Tovular va ular saqlanadigan joylarda esa *A. persicus* – 66,7±5,77% miqdorda zararlanish *Argasidae* avlodiga mansub turlarda aniqlandi.



1-rasm. Qoraqalpog'iston hududidagi kana namunalarida aniqlangan *Rickettsia spp.* darajasi (qPCR usulida).

Tadqiqot davomida Qoraqalpog'iston respublikasi hududlarida *rickettsiya spp.* bilan zararlanish darajasi quyidagichaligi aniqlandi. Amudaryo tumani – 73,1±2,4%, Beruniy tumani – 23,7±2%, Bo'zatov tumani – 21,43±3,48%, Chimboy tumani – 37,37±2,2%, Ellikqal'a tumani – 13,25±1,95%, Kegeyli tumani – 20±3,27%, Mo'ynoq tumani – 0%, Nukus tumani – 0%, Qanliqo'l tumani – 11,1±1,4%, Qorao'zak tumani – 20±4,61%,

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

Qo'ng'iro't tumani – 0%, Shumanay tumani – 13,5±1,6%, Taxiato'sh tumani – 50±6,45%, Taxtako'pir tumani – 0%, To'rtko'l tumani – 11,5±1,98%, Xo'jayli tumani – 16,6±2,7% va Nukus shahri – 0% (1-jadval).

1-jadval

Qoraqalpog'iston hududidagi kanalarning *Rickettsiya spp.* bilan zaralanish darajasi

№	Tumanlar	Kana turlari																	
		<i>Argus persicus</i>		<i>D. marginatus</i>		<i>H. marginatus</i>		<i>H. anatolicum</i>		<i>H. asiaticum</i>		<i>H. scupense</i>		<i>R. turanicus</i>		<i>R. sanguineus</i>		Jami	
		Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat	Jami	Musbat
1	Amudaryo tumani	20	10	-	-	-	-	30	30	-	-	70	40	60	40	155	125	335	245
2	Beruniy tumani	-	-	-	-	-	-	198	35	-	-	235	55	-	-	15	15	443	105
3	Bo‘zatov tumani	-	-	-	-	50	0	-	-	-	-	30	30	75	0	-	-	140	30
4	Ellikqal’a tumani	-	-	10	0	50	0	20	0	145	40	77	0	-	-	-	-	302	40
5	Chimboy tumani	-	-	25	25	89	34	30	0	130	30	90	30	25	0	90	60	479	179
6	Kegeyli tumani	-	-	-	-	-	-	150	30	-	-	-	-	-	-	-	-	150	30
7	Mo‘ynoq tumani	-	-	-	-	35	0	110	0	140	0	65	0	20	0	30	0	400	0
8	Qaniko‘l tumani	-	-	-	-	105	25	30	0	-	-	360	30	-	-	-	-	495	55
9	Qorao‘zak tumani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	15	-	-	30	0	75	15
10	Qo‘ng‘irot tuman	-	-	15	0	60	0	-	-	155	0	175	0	94	0	45	0	544	0
11	Shomanay tumani	-	-	-	-	-	-	60	0	190	0	195	60	-	-	-	-	445	60
12	Taxiatosh tumani	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	0	60	0
13	Taxtako‘pir tumani	-	-	-	-	140	0	170	0	220	0	45	0	20	0	60	0	655	0
14	To‘rtko‘l tumani	-	-	-	-	-	-	60	30	120	0	70	0	-	-	10	0	260	30
15	Xo‘jayli tumani	-	-	-	-	-	-	20	0	70	0	90	30	-	-	-	-	180	30
16	Nukus tumani	-	-	-	-	-	-	15	0	30	0	32	0	15	0	-	-	92	0
17	Nukus shahri	10	0	-	-	210	0	23	0	-	-	25	0	-	-	50	0	318	0

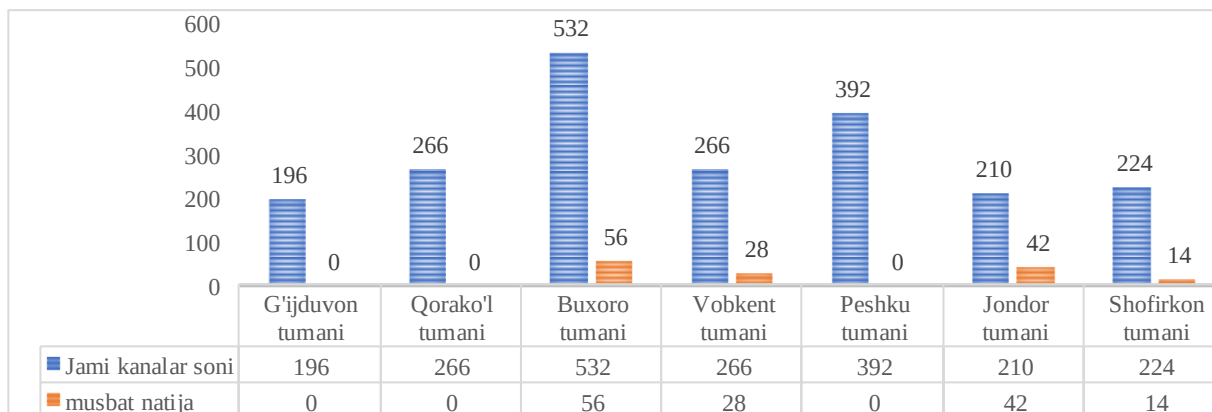
Qoraqalpog'iston hududida kanalarning *Rickettsiya spp.* bilan zaralanish darajasi eng yuqori ko'rsatkichlari Amudaryo tumani – 73,1±2,4, Taxiato'sh tumani – 50±6,45 va Chimboy tumani – 37,37±2,2ni tashkil etishi kuzatildi.

Buxoro viloyati hududidagi olib borilgan tadqiqotlar davomida kanalarning 12 turi mavjud ekanligi aniqlandi. Ular *Haem.sulcata*, *H.anatolicum*, *H.asiaticum*, *H.detritum*, *H. Plumbeum*, *Ixodes ricinus*, *R. sanguineus*, *R.turanicus*, *Ar.persicus*, *B.calcaratus* turiga oid namunalardan iborat bo'ldi. Kana turlari *Coxiella burnetti* bilan zaralanish darajasi *H.anatolicum* – 25±4,09%, *R. sanguineus* – 10,5±1,88%, *R. turanicus* – 13,63±1,95%, *A.persicus* – 3,19±0,72%, *B.calcaratus* – 14,89±3,67% ekanligi ma'lum bo'ldi. Viloyatda infektsiyaning tashuvchilari tur jihatdan yuqori xilma-xillikka ega bo'lsada, ayrim turlarda zaralanish aniqlanmadi. Buxoro viloyatida olib borilgan tadqiqotlarga ko'ra, *Coxiella burnetti*ning eng yuqori ko'rsatkichi

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

H.anatolicum – $25\pm 4,09\%$ da qayd etildi. Buxoro viloyatining G'ijduvon, Qorako'l, Peshku tumanlaridagi namunalar tahlil qilinganda *Coxiella burnettii*ga musbat natija qayd etilmadi.

Buxoro tumanlararo yuqori zararlanish Jondor tumanida – $20\pm 2,76\%$, Vobkent tumanida – $10,5\pm 1,33\%$ va Buxoro tumanida – $10,5\pm 1,88\%$ ekanligi aniqlandi. Umumiy Buxorodagi qishloq xo'jaligi hayvonlaridan olingan ekoparazitlarning *Coxiella burnetti* bilan zararlanish darajasi $6,71\pm 0,54\%$ ekanligi ma'lum bo'ldi (2-rasm).



2-rasm. Buxoro viloyatidagi kana namunalarida qPCR usulida aniqlangan *Rickettsia spp.* darajasi.

Xulosa qilib aytganda, Qoraqalpog'iston hududidan olingan namunalarni *Rickettsia spp.* bilan zararlanish darajasi Amudaryo tumanida – $73,1\pm 2,4$, Taxiotosh tumanida – $50\pm 6,45$ va Chimboy tumanida – $37,37\pm 2,2$ ekanligi ma'lum bo'ldi. Qoraqalpog'iston hududidagi kanalarning umumiy *Rickettsia spp.* bilan zararlanishi – $15,8\pm 0,49\%$ ni tashkil etishi aniqlandi. Parrandalar saqlanadigan joylarda esa ko'proq Argasidae avlodiga mansub *A. Persicus* – $66,7\pm 5,77\%$ turi bilan zararlash qayd etildi. Shuningdek, Buxoro viloyatiga tegishli namunalar rickettsiyaning *Coxiella burnetti* turiga tekshirildi va umumiy zararlanish darajasi $6,71\pm 0,54\%$ ekanligi ma'lum bo'ldi. Yuqori zararlanish Jondor tumanida – $20\pm 2,76\%$, Vobkent tumanida – $10,5\pm 1,33$ va Buxoro tumanida – $10,5\pm 1,88\%$ ekanligi kuzatildi. Ushbu tadqiqot natijasiga ko'ra, *Hyalomma* va *Rhipicephalus* avlodi kanallari ushbu hududlardagi kana orqali yuqadigan kasalliklarining asosiy rezervuarlari ekanligi ma'lum bo'ladi.

Tadqiqotlar natijalariga ko'ra, Qoraqalpog'iston va Buxoro viloyatlarida kanalar orqali yuqadigan kasalliklarning tarqalish xavfi mavjud. O'rganishlar qishloq xo'jaligi hayvonlari va ularni saqlash joylarida kanalar keng tarqalgan va yuqori darajada zararlanganligini ko'rsatdi. Rickettsiyalarni aniqlashda PZRni samarali usul sifatida baholash mumkin. Kelgusida bu infeksiyon kasalliklarning oldini olish maqsadida profilaktika choralarini amalga oshirish, uy hayvonlarini muntazam tibbiy ko'rikdan o'tkazish muhim sanaladi. Shu bilan birga, Qoraqalpog'iston va Buxoro hududlaridagi tabiiy o'choqlarni muntazam kuzatib borish va zarur profilaktika tadbirlarini o'tkazish lozim bo'ladi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Parola P., Paddock C.D., Socolovschi C., Labruna M.B., Mediannikov O., Kernif T., Abdad M.Y., Stenos J., Bitam I., Fournier P.E., Raoult D. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. //Clin Microbiol Rev., 2013.- P. 657-702. / Erratum in: Clin Microbiol Rev, 2014:166.
2. Wardeh, M., Risley, C., McIntyre, M.K., Setzkorn, C., Baylis, M. Database of host pathogen and related species interactions, and their global distribution. // Sci, 2015. 150049.
3. Yarmukhamedova N., Mirzaeva A., Akramova F., Shapoatov R., Musabaev E., Ergashova M., Yakubova N., Azimov D. Molecular and Biological Analysis of Rickettsiosis in the Territory of Uzbekistan. //Лабораторная диагностика. Восточная Европа, 2024. 13.- P. 548-559. /10.34883/PI.2024.13.4.005.
4. Mirzaeva A.U., Musabaev E.I., Yarmukhammedova N.A., Mirkasimova Kh.Kh., Akramova F.D. The significance of Ixodida ticks in the spread of infectious diseases // Medical Biodefense Conference - Munich, 2023. – P. 22 – 28.
5. Поспелова-Штрот М.В. К методике кормления клещей Ixodidae в лаборатории //Мед. паразит. и паразит. бол.,1941. Т. X, – №3-4. – С. 433-436.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

6. Raoult D., Fournier P.-E., Ereemeeva M., Graves S., Kelly P.J., Oteo J.A., Sekeyova Z., Tamura A., Tarasevich I., Zhang L. Naming of Rickettsiae and rickettsial diseases. // Ann N Y Acad Sci., 2005.1063-P.1-12.
7. Rudakov, N. V., V. K. Yastrebov, V. V. Yakimenko, S. A. Rudakova, I. E. Samoilenko, and E. M. Poleshchuk. "Epidemiologicheskaya otsenka territorii riska zarazheniya naseleniya prirodno-ochagovymi i zoonoznymi infektsiyami v prigranichnykh regionakh Sibiri (Epidemiological evaluation of contagion risk of the population natural focal and zoonotic infections in the frontier regions of Siberia). //Dal'nevostochnyi zhurnal infektsionnoi patologii, 2015.- P. 17-19.
8. Urakov S. Species and number dynamics of bloodsucking ticks in Kashka-Dar'ya Oblast. // Uzbek Biol Jour., 1973. 3.- P.73–74.
9. Yarmukhamedova N.A., Mirzaeva A.U., Akramova F.D., Toremuratov M.Sh. Distribution of tick-borne rickettsia in various areas of the Samarkand region / Materials of the international scientific and practical conference "Innovative foundations of agricultural and bioecological research in the Aral Sea region". – Nukus, 2023.-pp. 368-370.
10. Mirzaeva A.U., Yarmuxamedova N.A., Akramova F.D., Kamolxodjaev D.A., Shapaotov R.Q., Esonboev J.R. Ixodoidea kanalarining yuqumli kasalliklar tarqatishidagi ahamiyati / Biologiya va tibbiyot muammolari, 2023; 3.1 [145]. –P. 198-201.

Mualliflar:

Mirzaeva A.U.- O' R FA Zoologiya instituti katta ilmiy xodimi, PhD E- mail: mirzaeva_a.u@mail.ru

Xikmatullayeva A.S.- Virusologiya ITI professori, DSc. E-mail: dr.aziza75@gmail.com

N.S. Ibadullayeva - Virusologiya ITI katta ilmiy xodimi E-mail: drnargizis@gmail.com

H.H. Mirkasimova - Virusologiya ITI kichik ilmiy xodimi E-mail: halidahafizovna1956@gmail.com

D.Sh. Qo'shoqova - Virusologiya ITI kichik ilmiy xodimi E-mail: dilafruzshavkatovna0088@gmail.com

S.B. Berdiyeva – Novosibirsk davlat universiteti kichik ilmiy xodimi E-mail: berdiyevasaboxat@gmail.com

D.A. Kamolxodjaev - Virusologiya ITI kichik ilmiy xodimi E-mail: dilmurodxoja123@gmail.com

UDK 619.576.895.42.

MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS OF METHIONINE AMINO ACID AND ITS REGULATION

METIONIN AMINOKISLOTASINING MIKROBIOLOGIK SINTEZI VA UNING REGULYATSIYASI

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТЫ МЕТИОНИНА И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ

Abdurakhmonov Abdullokh^{1*}, Abdusamatov Sokhibjon², Sultanov Numonjon², Davranov Kakhramon¹

¹The Institute of Microbiology, Uzbekistan Academy of Sciences

² National University of Uzbekistan

E-mail: abdullokh.abdurakhmon@gmail.com

Abstract. Methionine is an essential amino acid for animals, playing an important role in protein synthesis, metabolic processes, and overall health of the body. In Uzbekistan, livestock and poultry farming are one of the main directions of agriculture. There is a great need for high-quality feed additives in these sectors, especially the demand for amino acids such as methionine is increasing every year. Currently, methionine in Uzbekistan is supplied through imports, which increases the cost of production and reduces the competitiveness of the livestock and poultry sectors. Establishing methionine production in local conditions will accelerate the development of agricultural sectors, reduce imports, and have a positive impact on the national economy. In the field of biotechnology, methods for synthesizing methionine using microorganisms are environmentally safe and economically effective, and this method is important as a strategic solution for import substitution. There is an opportunity to develop methionine production technologies by using the climatic conditions and natural resources of Uzbekistan, selecting local microorganisms and studying their properties..

Keywords: L-methionine, *E. coli*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Lactobacillus*, *Salmonella typhimurium*, Aspartate kinase

Аннотация. Метионин – незаменимая аминокислота для животных, играющая ключевую роль в синтезе белка, обменных процессах и общем здоровье организма. Животноводство и птицеводство являются одними из основных направлений сельского хозяйства Узбекистана. В этих отраслях существует большая потребность в высококачественных кормовых добавках, особенно в аминокислотах, таких как метионин, спрос на которые растет с каждым годом. В настоящее время Узбекистан импортирует метионин, что увеличивает себестоимость продукции и снижает конкурентоспособность животноводческой и птицеводческой отраслей. Организация производства метионина в местных условиях ускорит развитие отраслей сельского хозяйства, сократит импорт и окажет положительное влияние на экономику страны. В области биотехнологии методы синтеза метионина с использованием микроорганизмов являются экологически безопасными и экономически эффективными, что делает этот метод важным как стратегическое решение для импортозамещения. Имеется возможность разработки технологий производства метионина с использованием климатических условий и природных ресурсов Узбекистана, подбором местных микроорганизмов и изучением их свойств.

Ключевые слова: L-methionine, *E. coli*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Lactobacillus*, *Salmonella typhimurium*, Аспартат киназа

Annotatsiya. Metionin – hayvonlar uchun muhim bo'lgan aminokislota bo'lib, oqsil sintezida, metabolik jarayonlarda va organizmning umumiy sog'lig'ini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. O'zbekistonda chorvachilik va parrandachilik tarmoqlari qishloq xo'jaligining asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohalarda yuqori sifatli ozuqa qo'shimchalariga ehtiyoj katta, ayniqsa metionin kabi aminokislotalarga bo'lgan talab yil sayin ortmoqda. Hozirda O'zbekistonda metionin import orqali ta'minlanmoqda, bu esa ishlab chiqarish tannarxini oshirib, chorvachilik va parrandachilik sohalarining raqobatbardoshligini pasaytiradi. Mahalliy sharoitda metionin ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish qishloq xo'jaligi tarmoqlarining rivojlanishini jadallashtirishga, importni qisqartirishga va milliy iqtisodiyotga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Biotexnologiya sohasida mikroorganizmlar yordamida metionin sintez qilish usullari ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, ushbu usul import o'rnini bosuvchi strategik yechim sifatida ahamiyatlidir. O'zbekiston iqlim sharoiti va tabiiy resurslaridan foydalanib, mahalliy mikroorganizmlarni tanlash va ularning xususiyatlarini o'rganish orqali metionin ishlab chiqarish texnologiyalarini rivojlantirish imkoniyati mavjud.

Kalit so'zlar: L-metionin, *E. coli*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Lactobacillus*, *Salmonella typhimurium*, Аспартат киназа

Introduction.

The history of methionine dates back to the early 1920s. In 1922, J.H. Muller, a researcher at Columbia University in New York, isolated the "sulfur-containing amino acid", although he initially miswrote its molecular formula [36]. Three years later, his Japanese colleague, Odake, corrected the formula and named it "methionine". Six years after that, G. Barger and F.P. Coyne determined the structure of this amino acid. Methionine is considered one of the essential amino acids necessary for the diets of both humans and livestock. A deficiency in methionine is associated with the occurrence of various conditions, including toxemia, childhood rheumatic fever, muscle paralysis, hair loss, depression, schizophrenia, Parkinson's disease, liver damage, and impaired growth [45]. Methionine is widely used in the poultry industry and raw material production [53, 39, 15]. Due to the ability of fermentation processes to provide many amino acids at low costs, there is significant interest in developing microbial processes for the commercial production of methionine [44, 57, 40]. Currently, methionine is obtained through chemical synthesis or protein hydrolysis. These processes tend to be economically expensive. Chemical synthesis results in a mixture of D- and L-methionine [31, 30], while protein hydrolysis produces a complex mixture from which methionine must be separated. Although the chemically synthesized methionine isomers can be resolved using immobilized enzyme bioreactors [56], large-scale chemical synthesis has not been widely adopted. This is because it requires the use of hazardous chemicals such as acrolein, methyl mercaptan, ammonia, and cyanide [14].

Biologically active L-methionine can be produced through enzymatic synthesis or fermentation using microorganisms. The synthesis of L-methionine occurs enzymatically via stereospecific cleavage of N-acyl-DL-methionine using aminoacylases [9]. While existing fermentation processes are relatively cost-effective, they still require the use of expensive substrates. This increases interest in further research to improve methionine production through microbial synthesis.

The study of bacteria that synthesize glutamic acid has demonstrated that the efficiency of producing most amino acids largely depends on fermentation processes. Additionally, the discovery of strains of microorganisms capable of synthesizing amino acids highlights this area as a key direction in industrial microbiology. Amino acids such as lysine, threonine, isoleucine, and histidine have been successfully produced through microbial synthesis [12, 30, 41, 42, 26]. Despite numerous studies aimed at increasing the yield of biologically active L-methionine synthesis via fermentation [22, 38, 47, 34, 28], methionine fermentation has not yet been commercialized.

Selection of Microorganisms for L-Methionine Synthesis

To establish a commercially viable process for microbial synthesis of methionine, it is necessary to either identify or generate through mutation microorganisms with high synthesis activity. Other types of strains are typically incapable of producing significant amounts of methionine, as its biosynthesis is highly regulated [46, 18]. The microbial synthesis of methionine differs significantly from other traditional fermentations, such as those used for ethanol, lactic acid, and citric acid. For example, unlike ethanol and lactic acid, which participate in glycolysis to generate adenosine triphosphate (ATP), methionine synthesis requires energy in the form of ATP (Figure 1).

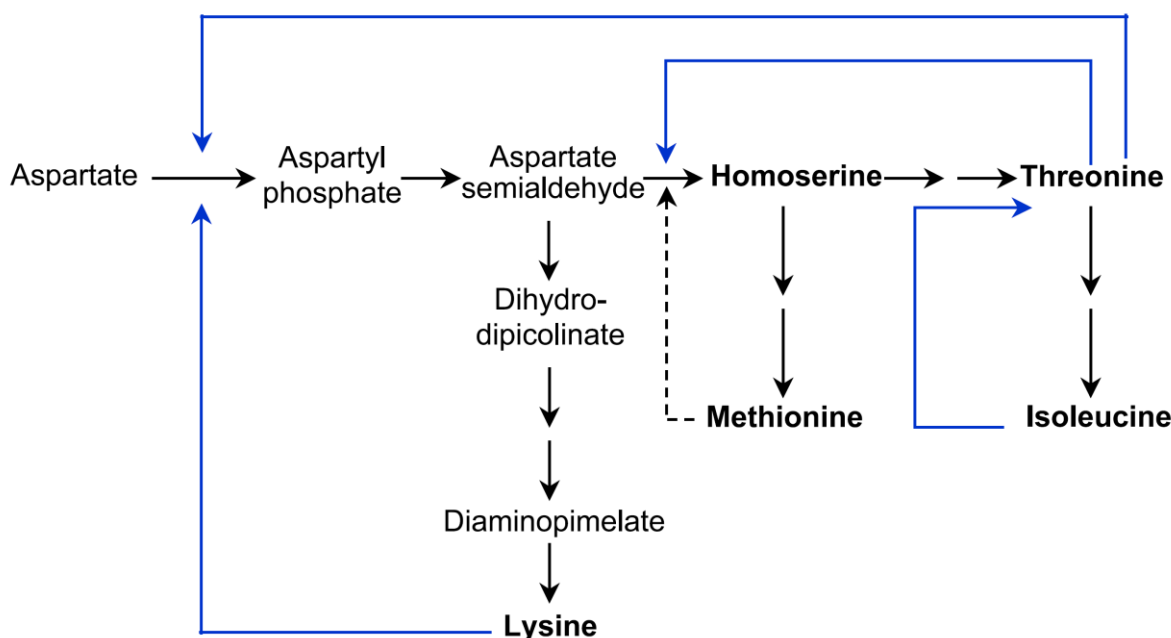


Figure 1. Schematic of Methionine Biosynthesis in *Corynebacterium* and *Brevibacterium*. [57] Blue lines indicate inhibition, while dotted lines represent repression.

In strains of *Corynebacterium* and *Brevibacterium*, all enzymes are inhibited by the final products, or they have much simpler regulatory mechanisms for methionine production compared to *E. coli* (Figure 1) [57]. This can be explained by the fact that these microorganisms thrive in environments deficient in amino acids. When an organism lives in conditions of amino acid scarcity, the main task of biosynthesis regulation is to find mechanisms that adjust the rate of metabolite synthesis in response to the organism's growth rate. Therefore, there is no need to adjust the ratios of various amino acids synthesized within the cell, since excess methionine production would also lead to the overproduction of other amino acids such as threonine, lysine, and isoleucine. The primary reason for this, as shown in the diagram, is that these amino acids are synthesized through the same metabolic pathway.

Thus, selecting microorganisms with relatively self-regulating mechanisms for methionine production is the key solution. In addition to *Corynebacterium* and *Brevibacterium*, some microorganisms like certain *Lactobacillus* species and yeasts have also been found to synthesize methionine and lysine [40].

Methionine Biosynthesis in Microorganisms

The aspartate family of amino acids includes methionine, lysine, threonine, and isoleucine (Figure 3). The biosynthetic pathways of these amino acids have been described by Stadtman et al., and the details of methionine biosynthesis have been thoroughly studied. Furthermore, the complete metabolic pathway and regulation of methionine biosynthesis have been investigated in *E. coli* and *Salmonella typhimurium*. Rukert et al. (2003) identified the methionine biosynthesis pathway and its regulation in *Bacillus subtilis*, as well as the L-methionine biosynthesis pathway in *Corynebacterium glutamicum* using genome sequencing (Figure 2).

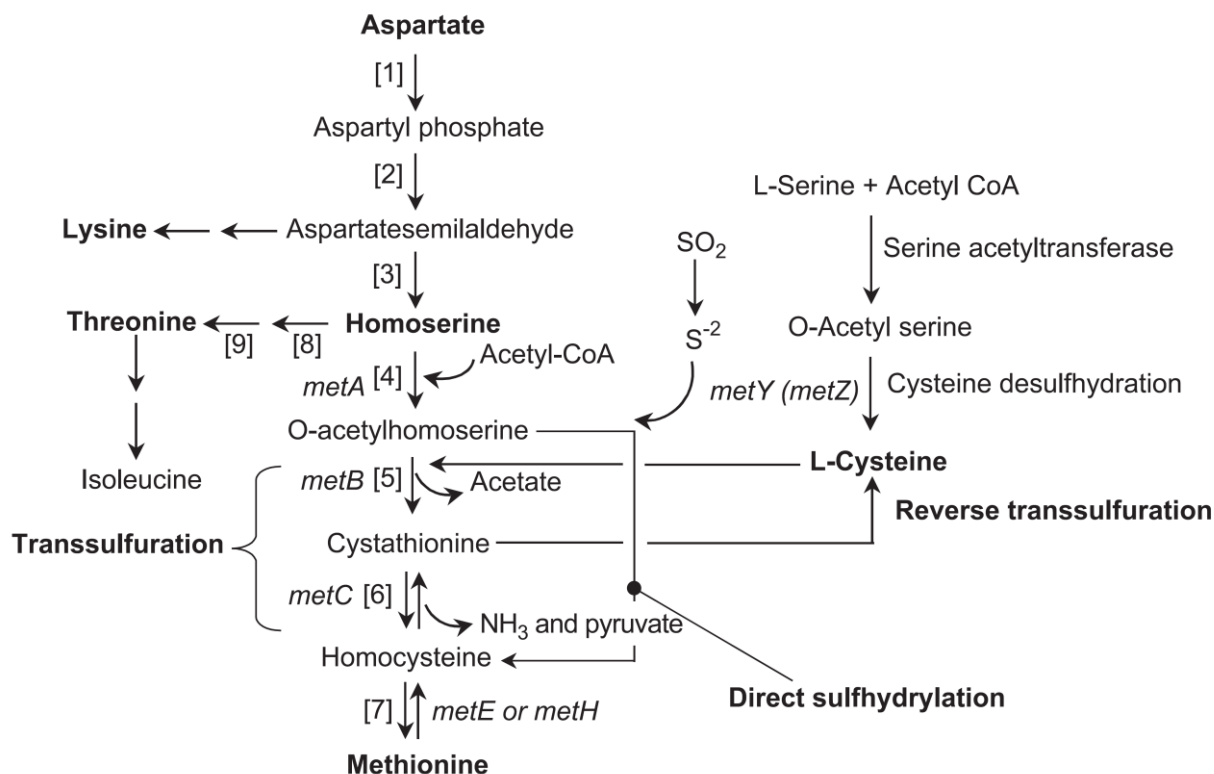


Figure 2. Methionine Biosynthesis in *Corynebacterium glutamicum* [48].

[1] Aspartate kinase, [2] Aspartaldehyde dehydrogenase, [3] Homoserine dehydrogenase, [4] Homoserine O-acetyltransferase, [5] O-acetylhomoserine (thiol)-lyase (cystathionine γ -synthase), [6] Cystathionine γ -lyase, [7] Homocysteine S-methyltransferase (either vitamin B12-independent or methH-encoded, vitamin B12-dependent), [8] Homoserine kinase, [9] Threonine synthase, [10] O-acetylhomoserine sulfhydrylase, [11] Serine hydroxymethyltransferase.

The biosynthetic pathways for methionine in various microorganisms share many common characteristics. While microorganisms utilize different biosynthetic routes, most bacteria and fungi can synthesize methionine. Typically, aspartate is converted to 4-phosphoaspartate under the influence of aspartate kinase and then oxidized by aspartaldehyde dehydrogenase to produce aspartate semi-aldehyde. The latter is then oxidized by homoserine dehydrogenase to yield homoserine. Additionally, aspartate semi-aldehyde can be converted to dihydropicolinate under the influence of dihydropicolinate synthase, leading to the production of lysine. One metabolic pathway from homoserine leads to methionine, while another leads to threonine, which subsequently leads to isoleucine. Homoserine condenses with succinyl-CoA to form O-succinylhomoserine. The enzyme responsible for this reaction in *E. coli* is homoserine O-succinyltransferase. Most bacteria produce O-succinylhomoserine as an intermediate. In contrast, many fungi and some bacteria (such as *Bacillus* and *Corynebacterium*) synthesize O-acetylhomoserine instead of O-succinylhomoserine [13].

The formation of methionine from O-acetylhomoserine occurs through two metabolic pathways. These pathways involve either the conversion of homocysteine to cystathionine (as seen in some intestinal bacteria and fungi, such as *Neurospora crassa*) or the direct conversion of O-acetylhomoserine to homocysteine via O-acetylhomoserine (thiol)-lyase [24]. Morinaga et al. [60] conducted similar observations with the facultative methylotroph *Pseudomonas* FM-518. This microorganism possesses h-cystathioninase and O-acetylhomoserine

sulfhydrylase activity. Cystathionine is synthesized from O-succinylhomoserine and cysteine through the action of cystathionine γ -synthase [13]. This step is reversible and requires pyridoxal phosphate as a cofactor. Cystathionine is then cleaved by pyridoxal phosphate-dependent cystathionine- β -lyase to yield homocysteine, pyruvate, and ammonia [46]. The biosynthetic pathway for methionine in *B. flavum* includes the formation of O-acetylhomoserine from homoserine via homoserine O-acetyltransferase, and the direct conversion of O-acetylhomoserine to homocysteine through the action of O-acetylhomoserine sulfhydrylase (AHS) [43].

Hwang et al. [20] reported the existence of two parallel pathways for methionine biosynthesis in related coryneform bacteria such as *C. glutamicum*, *C. lactofermentum*, and *B. flavum*: the transsulfuration pathway and the direct sulfhydration pathway. In the transsulfuration case, cysteine serves as the sulfur donor in the reaction with O-acetyl-L-homoserine to yield L-cystathionine, as described for *E. coli* [51]. In the direct sulfhydration case, inorganic sulfide is used to produce O-acetylhomoserine, as described for *Leptospira meyeri* [4].

Cysteine and homocysteine can be synthesized either directly from sulfur or through the interconversion of these two metabolites. The thiolation pathways directly introduce sulfide into O-acetylserine or O-acetylhomoserine to produce cysteine or homocysteine, respectively. These reactions are catalyzed by O-acetylserine thiolase [27] or O-acetylhomoserine thiolase [62]. *Saccharomyces cerevisiae* [55] and bacteria such as *B. flavum* [43] and *L. meyeri* [4] can synthesize homocysteine through thiolation.

The transsulfuration pathways allow for the interconversion of homocysteine and cysteine via the formation of a cystathionine intermediate. The synthesis of homocysteine from cysteine is the sole means of transsulfuration in intestinal bacteria [16]. In *E. coli*, this process requires the sequential action of the metB gene product, cystathionine γ -synthase, and the metC gene product, cystathionine β -lyase [11]. Homocysteine is methylated by S-methyltransferase to yield methionine [24, 5, 55]. The methylation of homocysteine by S-methyltransferase can be either dependent on or independent of vitamin B-12, but in both cases, 5-methyltetrahydrofolate (the polyglutamate derivative) acts as the methyl donor [29].

Metabolic Regulation of Methionine Biosynthesis.

All microorganisms possess mechanisms to regulate the amount and types of enzymes involved in the synthesis of only the necessary quantities of amino acids. This regulatory mechanism must be inactivated or otherwise modified to ensure the production of a large quantity of the target amino acid. The metabolic regulation of the biosynthesis of amino acids belonging to the aspartate family has been studied [33, 21, 18]. Aspartate kinase (EC 2.7.2.4) is the first enzyme in this metabolic pathway and participates in the synthesis of amino acids within the aspartate family. This enzyme catalyzes the phosphorylation of aspartate. In *E. coli*, each product of this metabolic pathway inhibits or represses the first enzyme of the pathway (Figure 2), which explains how the regulatory mechanism prevents one product from stopping the synthesis of other products. This is because *E. coli* contains three separate aspartate kinases that catalyze the same reaction but regulate different amino acids. Aspartate kinase I is inhibited by threonine, and its synthesis is reduced by threonine and isoleucine. Aspartate kinase II is inhibited by methionine, while aspartate kinase III is inhibited by lysine. The regulation of this complex metabolic pathway is highly intricate, as it requires that the synthesis of one product in large amounts does not halt the entire metabolism to maintain regular function [18].

The reduction of aspartate-semialdehyde to homoserine is catalyzed by two distinct homoserine dehydrogenases. The synthesis of homoserine dehydrogenase I is inhibited by threonine and isoleucine, and its activity is inhibited by threonine. Homoserine dehydrogenase II, on the other hand, is inhibited by methionine (Figure 1). Even if methionine synthesis increases, but the synthesis of lysine, threonine, and isoleucine remains low, the regulation of aspartate kinase alone will not bring the synthesis of methionine into the correct ratio with the other three amino acids. Thus, each amino acid typically regulates its own first enzyme. In contrast, the synthesis of amino acids in the aspartate family is regulated much more simply in *Brevibacterium* and *Corynebacterium* sp. These microorganisms possess only one aspartate kinase, which is jointly inhibited by lysine and threonine. For effective inhibition of aspartate kinase, both lysine and threonine must be present (Figure 1). When lysine and threonine are present simultaneously at 1 mM concentrations, they inhibit aspartate kinase by 94%. However, when each amino acid is present at 1 mM individually, they inhibit aspartate kinase by only 12–20% [57]. Studies on the regulatory aspects of methionine biosynthesis in *C. glutamicum* have shown that some enzymes in the pathway are strongly repressed by exogenous methionine [21, 22]. The enzyme that catalyzes the synthesis of homoserine ester in *E. coli* and *B. subtilis* has been observed to be

feedback-inhibited by methionine and S-adenosylmethionine [6, 16]. However, other studies have shown that homoserine dehydrogenase in *E. coli*, *B. subtilis*, and *C. glutamicum* is allosterically inhibited by L-threonine.

The biosynthesis of methionine is regulated at the transcriptional level as well. In *C. glutamicum*, most of the genes encoding enzymes involved in L-methionine biosynthesis have been well characterized [17, 25, 20, 48]. In *E. coli*, two regulators, the MetJ repressor and the MetR activator, have been identified as key participants in this control. The MetJ repressor interacts with S-adenosylmethionine and binds to the Met box sequence, repressing the transcription of most Met genes. Meanwhile, the MetR gene enhances the expression of the *metE* and *metH* genes, which encode enzymes involved in methionine biosynthesis. Homocysteine significantly increases the activation of *metE* expression by MetR [59, 16].

In *B. subtilis*, several genes and operons involved in methionine and cysteine biosynthesis are thought to contain highly conserved sequences in their coding regions. This suggests that regulation might occur through the control of premature transcription termination. Researchers have also proposed that a putative transcriptional repressor, McbR, is involved in regulating the metabolic network responsible for L-methionine synthesis in *C. glutamicum*. Roubery [58] demonstrated that resistance to norleucine, a methionine analog, in microorganisms is due to the inability of norleucine to repress any of the biosynthetic enzymes involved in methionine synthesis. This finding suggests that resistance is caused by a mutation that alters a single regulatory site. Repressive strains regulate the entire biosynthetic pathway through the synthesis of diffusible repressors. In some organisms, not methionine itself, but rather S-adenosylmethionine (SAM) or its derivatives, may act as corepressors in the regulation of methionine biosynthesis. SAM inhibits enzymes involved in methionine biosynthesis. The role of SAM in repression and inhibition suggests that it could be the final product of methionine biosynthesis in *Corynebacterium* [21]. In *Bacillus*, there is also synergistic inhibition of the first enzyme involved in methionine biosynthesis. It has been recognized that methionine and SAM inhibit homoserine acetyltransferase in *Bacillus polymyxa*, and each inhibitor binds to a different specific site, distinct from the active site [60].

In *S. cerevisiae*, SAM alone, rather than together with methionine, can inhibit homoserine acetyltransferase, the first enzyme of the methionine biosynthesis metabolic pathway. In *E. coli*, the methionine regulon genes are spread throughout the chromosome. The regulatory functions of S-adenosylmethionine as a corepressor and the MetJ gene product as an aporepressor have been confirmed by studies examining the "in vitro" expression of some *E. coli* methionine biosynthesis genes [50, 51]. However, none of the regulatory mutants of MetJ and MetK isolated from *E. coli* exhibited complete deregulation of methionine synthesis [52, 16]. Additionally, in *E. coli*, the enzyme aspartate semialdehyde dehydrogenase is regulated by multivalent repression from lysine, threonine, and methionine. Researchers have identified the regulatory locus, MetR, which is essential for the expression of the *MetE* and *MetH* genes. However, in *in vitro* studies, the *MetE* gene has been shown to autoregulate its own synthesis [7]. The *MetR* gene acts as a trans-activator of *MetE* gene expression and is under autogenous regulation while being repressed by the MetJ protein [32]. Two enzymes involved in the final stages of methionine biosynthesis in *E. coli* are repressed independently of methionine by vitamin B12 [29]. Nakamori et al. [37] in 1999 succeeded in obtaining L-methionine-resistant mutants of *E. coli* that produced 910 mg/l of methionine. This resistance to L-methionine led to increased methionine production in the metabolic pathway. In these L-methionine-producing mutants, a single point mutation was found in the *MetJ* gene. They cloned the *MetJ* gene, which encodes the MetJ repressor protein in *E. coli*, and found a single amino acid substitution (Serine to Asparagine) at position 54 in four independent L-methionine-producing mutants. When the wild-type *MetJ* gene was introduced into mutants with the mutant *MetJ* gene, the enzyme synthesis and methionine production levels in the transformants returned to wild-type levels [37].

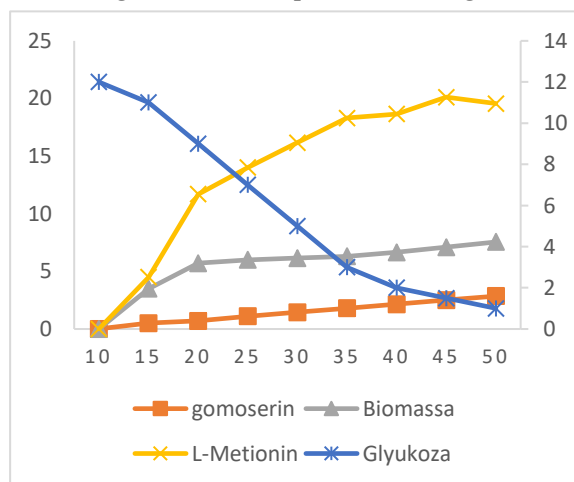
The Effect Of Nutrient Composition And Culture Conditions On Methionine Synthesis.

The success of industrial fermentation largely depends on the selection and optimization of the nutrient medium [10]. For the production process, the nutrient medium must contain all the necessary components at appropriate concentrations. For instance, *Corynebacterium* sp. requires biotin supplementation in the medium for growth. The composition of the nutrient medium significantly impacts the physiology of microorganisms, and the ability to maximize product yield is often optimized based on specific physiological characteristics [31]. Microorganisms alter their enzyme consortia in response to the growth environment, so nutrient media should be selected in a way that supports optimal product formation. Several researchers have used empirical and statistical methods to optimize the nutrient conditions for methionine synthesis by cultivating microorganisms in favorable environments.

Carbon and nitrogen sources, along with their ratios in the fermentation medium, play a crucial role in the synthesis of specific metabolites [10]. Different strains utilize various carbon sources for L-methionine synthesis. Pham et al. [44] explored the use of sugarcane juice, molasses, banana, cassava, and coconut water as carbon sources for methionine synthesis. Glucose is the most commonly used carbon source [21, 8], though Banik and Majumdar [3] reported that, in some cases, maltose is the best carbon source for methionine synthesis. When enriching the nutrient medium with mineral compounds, a variety of organic and inorganic nitrogen sources have been used, including urea, ammonium nitrate, ammonium sulfate, ammonium dihydrogen phosphate, ammonium chloride, sodium nitrate, ammonium acetate, ammonium tartrate, ammonium citrate, and ammonium oxalate [61, 54].

Mondal et al. [34] reported that various nitrogen sources and different levels of biotin play a significant role in methionine synthesis. They found that microorganisms produced the highest yield of methionine in a nutrient medium enriched with 60 mM ammonium nitrate and 5 µg/l biotin. Although several researchers have utilized yeast extract as a nitrogen source for methionine production, the use of organic nitrogen sources has not been recommended. This is because organic nitrogen sources typically contain multiple amino acids (including methionine) as part of their composition, which can lead to a reduction in methionine synthesis due to its availability in the nutrient medium. In addition to carbon and nitrogen sources, minerals and metal ions play a crucial role in fermentation, as metal ions serve as cofactors for various enzymes. When studying the effects of different microelements on methionine fermentation, it was observed that maximum methionine synthesis occurred when sodium sulfate was used as a sulfur source, along with metal ions such as Fe^{2+} and Mn^{2+} , and vitamin B12 (cyanocobalamin) as a vitamin source. The methylotrophic yeast *Candida boidinii* ICCF26 has been found to require high levels of sulfur for its L-methionine-rich mutants and can be utilized as a single-cell protein source [2].

Kase and Nakayama [21] studied the impact of different amino acids on the production of O-acetyl-L-homoserine, an intermediate in the methionine biosynthetic pathway. They reported that an optimal nutrient medium for methionine synthesis includes components such as 10% glucose, 2% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0.05% K_2HPO_4 , 0.05% KH_2PO_4 , 0.1% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.001% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.001% $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 100 µg/l biotin, and 2% CaCO_3 [21, 22, 23]. Banik and Majumdar [3] reported the production of 4.5 g/l of methionine in a nutrient medium containing 5% maltose, 0.8% ammonium nitrate, 0.1% K_2HPO_4 , 0.03% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 mg/l Na_2MoO_4 , $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, and 1 mg/l biotin at pH 7. Ghosh and Banerjee [8] investigated the effects of compounds that influence cell permeability (such as penicillin, Tween 80, and EDTA) and found that these compounds had no significant impact on the efficiency of methionine synthesis. When examining the effects of oxygen on amino acid fermentation, it was found that oxygen saturation at 40% was the most favorable condition for methionine synthesis during fermentation processes using *C. lilium* NTE 99 [1, 19, 49].



Requirements for Cultivation

10% D-glucose

1% urea, dough extract. 30°C, pH 7.0. Mineral salts.

Aeration - 40-45 mg O_2 / l min.

Fermentation duration - 50 hours.

L-methionine concentration - 50 g/l (0.6 mol/mol).

Conclusion

The microbiological synthesis of methionine has been observed to be significantly simpler in specific strains of *Corynebacterium* and *Brevibacterium* compared to other bacteria, and its mechanism has been studied. Although it has been demonstrated that methionine biosynthesis shares common features across different microorganisms, it has been determined that the carbon and nitrogen sources required for L-methionine synthesis vary among different strains. The effects of oxygen and substances influencing cell permeability on methionine synthesis have been investigated, yielding different results in various producers.

The classical methods for creating and isolating high-yield strains through general mutagenesis have not proven successful in ensuring greater synthesis of methionine. This may be related to the insufficient consideration of sulfur assimilation in methionine biosynthesis. Direct sulfhydrylation, transsulfuration, and reverse transsulfuration processes play a significant role in the biosynthesis of methionine and its secretion from the cell. Considering the advancements in molecular biology and genetics, there is now data available to alter the biosynthetic pathway of methionine to eliminate feedback inhibition. Potentially high methionine synthesis could be achieved using a mutant with bidirectional auxotrophy for lysine and threonine, provided this mutant can successfully inhibit feedback in the metabolic processes involving methionine and cysteine. Methionine is one of the essential amino acids and is utilized in various fields, such as in the feed ration of animals, particularly in poultry, livestock, pig farming, and aquaculture.

References:

1. Akashui K., Shibai H., Hirose Y. Effect of oxygen supply on l-lysine, l-threonine and l-isoleucine fermentations. // Agric. Biol. Chem., 1979. 43. - P.2087– 2092.
2. Avram D., Stan R., Vassu T., Vamanu A., Dan F. Isolation of l-methionine enriched mutants from methylotrophic yeast *Candida boidinii* ICCF26 in a sulfur deficient medium. // Recent Adv. Biotechnol., 1991.- P. 495–496.
3. Banik A.K., Majumdar S.K. Studies on methionine fermentation: Part I. Selection of mutants of *Micrococcus glutamicus* and optimum conditions for methionine production. // Indian J. Exp. Biol., 1974. 12. - P. 363–365.
4. Belfaiza J., Martel A., Margarita D., Saint-Girons I. Direct thiolation for methionine biosynthesis in *Leptospira meyeri*. // J. Bacteriol., 1998. 180. - P. 250–255.
5. Bourhy P., Martel A., Margarita D., Saint-Girons I., Belfaiza J. Homoserine O-acetyltransferase, involved in the *Leptospira meyeri* methionine biosynthetic pathway, is not feedback inhibited. // J. Bacteriol., 1997. 179. - P. 4396–4398.
6. Brush A., Paulus H. The enzymic formation of O-acetylhomoserine in *Bacillus subtilis* and its regulation by methionine and S-adenosylmethionine. // Biochem. Biophys. Res. Commun., 1971. 45. - P. 735–741.
7. Cai X.Y., Maxon M.E., Redfield B., Glass R., Brot N., Weissbach H. Methionine synthesis in *Escherichia coli*: effect of the metR protein on metE and metH expression. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1989. 86. - P. 4407–4411.
8. Chattopadhyay M.K., Ghosh A.K., Sengupta S., Sengupta D. Threonine analogue resistant mutants of *Escherichia coli* K-12. // Biotechnol. Lett., 1995. 17. - P. 567–570.
9. Chibata I., Ishikawa T., Yamada S. Studies on amino acids and studies on the enzymatic resolution and specificity of mold acylases. // Bull. Agric. Chem. Soc. Jpn., 1957. 21. - P. 304–307.
10. Chisti Y., Moo-Young M. Fermentation technology, bioprocessing, scale-up and manufacture. // In: Moses V., Cape R.E., Springham D.G. (eds). Biotechnology: the science and the business, 2nd ed. New York: Harwood Academic Publishers, 1999. - P. 177–222.
11. Duchange N., Zakin M.M., Ferrara P., Saint-Girons I., Park I., Tran S.V., et al. Structure of the metJBLF cluster in *Escherichia coli* K-12. Sequence of the metB structural gene and of the 5'- and 3'-flanking regions of the metBL operon. // J. Biol. Chem., 1983. 258. - P. 14868–14871.
12. Fan C., Chen L., Zheng S. Characteristics of l-lysine high yielding strain FMC8611. // Weishengwuxue Zazhi, 1988. 8. - P. 11–17.
13. Flavin M. Metabolic sulphur compounds. // In: Greenberg D.M. (ed.). Metabolic pathways. New York: Academic Press, 1975. - P. 457–503.
14. Fong C.V., Goldgraben G.R., Konz J., Walker P., Zank N.S. Condensation process for dl-methionine production. // In: Goldfrab A.S. (ed.). Organic chemicals manufacturing hazards. Ann Arbor: Ann Arbor Science Publishers, 1981.- P. 115–194.
15. Funfstuck R., Straube E., Schildbach O., Tietz U. Prevention of reinfection by l-methionine in patients with recurrent urinary tract infection. // Med. Klin., 1997. 92.- P. 574–581.

16. Greene R.C. Biosynthesis of methionine. // In: Neidhardt F.C., Curtis III R., Ingraham J.L., Lin E.C.C., Low K.B., Magasanik B., Reznikoff W.S., Riley M., Schaechter M., Umberger H.E. (eds). *Escherichia coli* and *Salmonella*: Cellular and molecular biology, 2nd ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1996. - P. 542–560.
17. Grossmann K., Herbst K., Mack M. Rapid cloning of metK encoding methionine adenosyltransferase from *Corynebacterium glutamicum* by screening a genomic library on a high density colony-array. // FEMS Microbiol. Lett., 2000. 193. - P. 99–103.
18. Herrmann K.M., Somerville R.L. Amino acids biosynthesis and genetic regulation. New York: Addison-Wesley, 1983. - P. 147–244.
19. Hillinger M., Hanel F. Process analysis of l-lysine fermentation under different oxygen supply. // Biotechnol. Lett., 1981. 3. - P. 219–224.
20. Hwang B.J., Yeom H.J., Kim Y., Lee H.S. *Corynebacterium glutamicum* utilizes both trans-sulfuration and direct-sulfhydrylation pathways for methionine biosynthesis. // J. Bacteriol., 2002. 184. - P. 1277–1286.
21. Kase H., Nakayama K. Isolation and characterization of S-adenosylmethionine requiring mutants and role of S-adenosylmethionine in the regulation of methionine biosynthesis in *Corynebacterium glutamicum*. // Agric. Biol. Chem., 1975b. 39. - P. 161–168.
22. Kase H., Nakayama K. L-methionine production by methionine analog-resistant mutants of *Corynebacterium glutamicum*. // Agric. Biol. Chem., 1975. 39. - P. 153–160.
23. Kase H., Nakayama K. O-acetylhomoserine as an intermediate in methionine biosynthesis in *Arthrobacter paraffineus*, *Corynebacterium glutamicum* and *Bacillus* species. // Agric. Biol. Chem., 1975. 39. - P. 687–693.
24. Kerr D.S., Flavin M. The regulation of methionine synthesis and the nature of cystathionine γ -synthase in *Neurospora*. // J. Biol. Chem., 1970. 245. - P. 1842–1855.
25. Kim J.W., Kim H.J., Kim Y., Lee M.S., Lee H.S. Properties of *Corynebacterium glutamicum* metC gene encoding cystathionine- γ -lyase. // Mol. Cell, 2001. 11. - P. 220–225.
26. Kircher M., Pfefferle W. The fermentative production of L-lysine as an animal feed additive. // Chemosphere, 2001. 43. - P. 27–31.
27. Kredich N.M. Biosynthesis of cysteine. In: Neidhardt et al. (eds.), *Escherichia coli* and *Salmonella*: Cellular and Molecular Biology, 2nd ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1987. - P. 514–527.
28. Kumar D., Bisaria V.S., Sreekrishnan T.R., Gomes J. Production of methionine by a multi-analogue resistant mutant of *Corynebacterium lilium*. // Process Biochem., 2003. 38. - P. 1165–1171.
29. Kung H.F., Spears C., Greene R.C., Weissbach H. Regulation of the terminal reactions in methionine biosynthesis by vitamin B12 and methionine. // Arch. Biochem. Biophys., 1972. 150. - P. 23–31.
30. Leuchtenberger W. Amino acids—technical production and uses. In: Rehm H.J., Reed G., Phuler A., Stadler P. (eds.), *Products of Primary Metabolism*. Biotechnology, vol. 6. Weinheim: VCH, 1996. - P. 492.
31. Mannsfeld S.P., Pfeiffer A., Tanner H., Liebertanz E. Continuous process for the manufacture of methionine. // US Patent 04069251, 1978.
32. Maxon M.E., Redfield B., Cai X.Y., Shoeman R., Fujita K., Fisher W., et al. Regulation of methionine synthesis in *Escherichia coli*: effect of the metR protein on metE and metH expression. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1989. 86. - P. 85–89.
33. Miyajima R., Shiio I. Regulation of aspartate family amino acid biosynthesis in *Brevibacterium flavum*: VII properties of homoserine O-transacetylase. // J. Biochem., 1973. 73. - P. 1061–1068.
34. Mondal S., Chatterjee S.P. Enhancement of methionine production by methionine analogue resistant mutants of *Brevibacterium heali*. // Acta Biotechnol., 1994. 14. - P. 199–204.
35. Mondal S., Das Y.B., Chatterjee S.P. L-methionine production by double auxotrophic mutants of an methionine resistant strain of *Brevibacterium heali*. // Acta Biotechnol., 1994. 14. - P. 61–66.
36. Mueller, J. H. A New Sulfur-containing Amino-Acid Isolated from the Hydrolytic Products of Protein // J. Biol. Chem., 1923. 56. - P. 157–169.
37. Nakamori S., Kobayashi T., Nishimura H., Takagi H. Mechanism of L-methionine over-production by *Escherichia coli*: the replacement of Ser-54 by Asn in the MetJ protein causes the derepression of L-methionine biosynthetic enzymes. // Appl. Microbiol. Biotechnol., 1999. 52. - P. 179–185.
38. Nakayama K., Araki K., Kase H. Microbial production of essential amino acid with *Corynebacterium glutamicum* mutants. // Adv. Exp. Med. Biol., 1978. 105. - P. 649–661.
39. Neuvonen P.J., Tokola O., Toivonen M.L., Simell O. Methionine in paracetamol tablets, a tool to reduce paracetamol toxicity. // Int. J. Clin. Pharmacol. Ther. Toxicol., 1985. 23. - P. 497–500.
40. Odunfa S.A., Adeniran S.A., Teniola O.D., Nordstorm J. Evaluation of lysine and methionine production in some lactobacilli and yeasts from Ogi. // Int. J. Food Microbiol., 2001. 63. - P. 159–163.
41. Okamoto K., Ikeda M. Development of industrially stable process for L-threonine fermentation by an L-methionine auxotrophic mutant of *Escherichia coli*. // J. Biosci. Bioeng., 2000a. 89. - P. 87–89.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

42. Okamoto K., Kino K., Ikeda M. Hyper production of L-threonine by an *Escherichia coli* mutant with impaired L-threonine uptake. // Biosci. Biotechnol. Biochem., 2000b. 61.- P. 1877–1882.
43. Ozaki H., Shio I. Methionine biosynthesis in *Brevibacterium flavum*: properties and essential role of O-acetylhomoserine thiolase. // J. Biochem., 1982. 91. - P. 1163–1171.
44. Pham C.B., Galvez C.F., Padolina W.G. Methionine fermentation by batch fermentation from various carbohydrates. // ASEAN Food J., 1992. 7. - P. 34–37.
45. Rose W.C. The nutritive significance of the amino acids. // Physiol. Rev., 1938. 18. - P. 109–136.
46. Rowbury R.J., Woods D.D. Further studies of the repression of methionine synthesis in *Escherichia coli*. // J. Gen. Microbiol., 1961. 24. - P. 129–144.
47. Roy S.K., Mishra A.K., Nanda G. Extracellular production of L-methionine. // Curr. Sci., 1984. 53. - P. 1296–1297.
48. Ruckert C., Pöhler A., Kalinowski J. Genome-wide analysis of the L-methionine biosynthetic pathway in *Corynebacterium glutamicum* by targeted gene deletion and homologous complementation. // J. Biotechnol., 2003. 104. - P. 213–228.
49. Sharma S., Gomes J. Effect of dissolved oxygen on continuous production of methionine. // Chem. Eng. Technol., 2001. 1. - P. 69–73.
50. Shoeman R., Redfield B., Coleman T., Greene R.C., Smith A.A., Brot N., et al. Regulation of methionine synthesis in *Escherichia coli*: effect of metJ gene product and S-adenosylmethionine on the expression of the metF gene. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1985. 82.- P. 3601–3605.
51. Smith D.A. S-amino acid metabolism and its regulation in *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. // Adv. Genet., 1971. 16.- P. 141–165.
52. Su C.H., Greene R.C., Holloway C.T. Regulation of S-adenosylmethionine synthetase in *Escherichia coli* K-12. // Bacteriol. Proc., 1970. 70. - P. 136–139.
53. Tabor H., Rosenthal S.M., Tabor C.W. Biosynthesis of spermidine and spermine from putrescine and methionine. // J. Biol. Chem., 1958. 233. - P. 907–917.
54. Tani Y., Lim W.J., Yang H.C. Isolation of L-methionine-enriched mutants of a methylotrophic yeast, *Candida boidinii* No. 2201. // J. Ferment. Technol., 1988. 66. - P. 153–158.
55. Thomas D., Surdin-Kerjan Y. Metabolism of sulfur amino acids in *Saccharomyces cerevisiae*. // Microbiol. Mol. Biol. Rev., 1997. 61.- P. 503–532.
56. Tosa T., Mori T., Fuse N., Chibata I. Studies on continuous enzyme reactions for preparation of a DEAE-sephadex-aminoacylase column and continuous optical resolution of acyl-DL-amino acids. // Biotechnol. Bioeng., 1967. 9.- P. 603–608.
57. Tosaka O., Takinami K. Biotechnology of amino acid production. In: Aida K., Chibata I., Nakayama K. (eds.), *Progress in Industrial Microbiology*, vol. 24. Tokyo: Elsevier, 1986. - P. 152–172.
58. Umerie S.C., Ekwealor I.A., Nawabo I.O. Lysine production from various carbohydrates and seed meals. // Bioresour. Technol., 2000. 75. - P. 249–252.
59. Weissbach H., Brot N. Regulation of methionine synthesis in *Escherichia coli*. // Mol. Microbiol., 1991. 5. - P. 1593–1597.
60. Wyman A., Paulus H. Purification and properties of homoserine transacetylase from *Bacillus polymyxa*. // J. Biol. Chem., 1975. 250. - P. 3897–3903.
61. Yamada H., Morinaga Y., Tani Y. L-methionine over-production by methionine resistant mutants of obligate methylotroph strain Om 33. // Agric. Biol. Chem., 1982. 46. - P. 47–55.
62. Yamagata S. Roles of O-acetyl-L-homoserine thiolases in micro-organisms. // Biochimie, 1989. 71. - P. 1125–1143.

Authors:

Abdurakhmonov A. – PhD student at the Institute of Microbiology, Uzbekistan Academy of Sciences E-mail: abdullokh.abdurakhmonov@gmail.com

Abdusamatov S. – Associate Professor at the National University of Uzbekistan E-mail: sokhibjon.abdusamatov@gmail.com

Sultanov N. – Teacher at the National University of Uzbekistan E-mail: nomonjonsultanov4@gmail.com

Davranov K. – Chief Researcher the Institute of Microbiology, Uzbekistan Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Academician E-mail: k_davranov@mail.ru

UDK 372.857

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHLOROPHYLL CONTENT IN LEAVES OF SOYBEAN VARIETIES AT DIFFERENT STAGES OF PLANT DEVELOPMENT

SOYA NAVLARINING BARGIDAGI XLOROFILL MIQDORINI O'SIMLIKLAR RIVOJLANISHINING TURLI BOSQICHLARIDAGI QIYOSIY TAHLILI

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛА В ЛИСТЬЯХ СОРТОВ СОИ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

**Utayev Mavlon Saydullayevich, Kurbanbayev Ilxam Djumanazarovich,
Abdishukirova Soxiba Kamolovna**

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti.
Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori yuz QFY.

E-mail: ilhomak@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a comparative analysis of chlorophyll content in leaves suitable for main and repeated sowing of soybean varieties at different stages of plant development. Based on the studies conducted, it was established that the amount of chlorophyll a and b, total chlorophyll (a+b) and carotenoids is different in different phases of soybean plant development. According to the results of the analysis, when analyzing the amount of photosynthetic pigments in the studied soybean varieties by phases, the highest chlorophyll a indicator was observed in the bean formation phase of the Tumaris MAN-60 variety (2.945 ± 0.47 mg / g), while the lowest indicator was determined in the ripening phase of the Marzhon soybean variety and amounted to 0.736 ± 0.49 mg / g. The highest chlorophyll b indicator was observed in the bean formation phase of the Marzhon soybean variety and amounted to 1.195 ± 0.50 mg / g, while the lowest result was also observed in the ripening phase of the same soybean variety and amounted to 0.403 ± 0.17 mg / g. The highest content of the sum of chlorophylls (a+b) in the studied soybean varieties was noted in the bean formation phase of the Tumaris MAN-60 variety and amounted to 4.074 mg/g, and the lowest values (0.766 mg/g) were recorded in the ripening phase of the Marzhon soybean variety.

Key words: Soybeans, chlorophyll, total chlorophyll, carotenoids, photosynthetic pigments, main and secondary crops, budding phase, ripening phase.

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа содержания хлорофилла в листьях пригодные для основных и повторных посевов сортов сои на разных стадиях развития растений. На основе проведенных исследований установлено, что количество хлорофилла a и b, общего хлорофилла (a+b) и каротиноидов различно в разные фазы развития растений сои. Согласно результатам анализа, при анализе количества фотосинтетических пигментов в изучаемых сортах сои по фазам, наибольший показатель хлорофилла a наблюдался в фазе бобобразования у сорта Тумарис МАН-60 ($2,945 \pm 0,47$ мг/г), тогда как наименьший показатель был определен в фазе созревания сорта сои Маржон и составил $0,736 \pm 0,49$ мг/г. Наибольший показатель хлорофилла b наблюдался в фазе бобобразования у сорта сои Маржон и составил $1,195 \pm 0,50$ мг/г, тогда как наименьший результат также наблюдался в фазе созревания этого же сорта сои и составил $0,403 \pm 0,17$ мг/г. Наибольшее содержание суммы хлорофиллов (a+b) в изучаемых сортах сои отмечено в фазу бобобразования у сорта Тумарис МАН-60 и составило 4,074 мг/г, а наименьшие показатели (0,766 мг/г) зафиксированы в фазу созревания у сорта сои Маржон.

Ключевые слова: Соя, хлорофилл, общий хлорофилл, каротиноиды, фотосинтетические пигменты, основные и повторные культуры, фаза бутонизации, фаза созревания.

Kirish. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi ma'lumotiga ko'ra 2025-yilning 1-yanvar holatiga O'zbekiston Respublikasi doimiy aholisi soni 37 million 543 ming 167 nafarga yetgan (info@stat.uz). Bundan ko'rinib turibdiki, aholi sonining o'sib borishi o'z navbatida oziq-ovqat mahsulotlarga talabni yanada oshishiga sabab bo'ladi. Bunday vaziyatlarda mamlakatda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydigan qishloq xo'jalik ekinlarini yetishtirishni kengaytirish dolzarb masalalardan biridir.

Shundan kelib chiqqan holda Respublikamizda an'anaviy qishloq xo'jalik ekinlari qatorida noan'anaviy ozuqabop ekinlarni yetishtirishga ham katta ahamiyat berilmoqda. Ana shunday ekinlar qatoriga soya ekinini

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

kiritish mumkin. Soya muhim ozuqabop dukkakli, moyli ekin bo'lib don tarkibida oqsil va moy miqdori yuqori bo'lgan oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Soya o'simligi bargidagi xlorofill o'simlik hayoti uchun muhim pigment bo'lib, u fotosintez jarayonida asosiy rol o'ynaydi. Xlorofilllar o'simlikning o'sishi va rivojlanishida, shuningdek fotosintez jarayonida o'rni katta bo'lganligidan kelib chiqib pigmentlarning yetarli miqdorda bo'lishi muhim ahamiyatga egadir. Shudan kelib chiqqan holda soya ekini bo'yicha bir qator mahalliy va xorijlik olimlar ilmiy tadqiqot ishlari olib borganlar.

Oldingi tadqiqotlarimizda soyaning genetik kolleksiyasining bir nechta nav namunalari (Gen-1 dan Gen-20 gacha) o'simliklarining rivojlanishini turli bosqichlarida bargidagi xlorofill miqdori tahlil qilingan. Olingan natijalarga ko'ra soya genetik kolleksiyasi namunalari umumiy xlorofill miqdori vegetatsiyaning gullash va dukkak tugish fazasida yuqori bo'lib, pishish fazasiga kelganda kamayishi kuzatilgan [1].

V. V. Kotlyarov va Y. S. Bagryansev (2013)lar tomonidan ekzogen aminokislotalarining soya o'simliklari fotosintetik faolligiga ta'siri o'rganilgan. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida soya urug'ini ekishdan oldin Metionin aminokislota bilan ishlov berish texnologiyasi soya o'simliklarini bakteriozdan himoya qilishga, o'sish jarayonlarini rag'batlantirishi va fotosintetik faollikni oshishiga yordam berishi aniqlangan [2].

V. T. Sinegovskaya va boshqalar (2022) soya o'simligini bargidagi xlorofillning tuproqni uzoq vaqt yuqori namligiga chidamlilik omili sifatida baholashgan va bu yo'nalishda tadqiqotlar olib borishgan. Mualliflarning ta'kidlashlaricha, soya o'simliklari uzoq vaqt yuqori namlikda qolib ketsa ildiz gipoksiyasi kuzatilib, nobud bo'lishi mumkin. Shuning uchun bu stressga qarshi tura oladigan belgilarni izlash, chidamli navlarni yaratish muhim ahamiyat kasb etadi. Mualliflar tomonidan olingan natijalarga ko'ra xlorofill *a* va xlorofill *b* miqdorlarining va ularning nisbatlarini o'zgarishi soya o'simliklarining uzoq vaqt tuproq namligiga chidamliligini baholashda muhim omil bo'lishi mumkinligini ta'kidlashgan [3].

Soya o'simliklarida pigment komplekslarini adaptiv reaksiyalari xlorofill *b* va karotinoidlar miqdorining qurg'oqchilik va ortiqcha yorug'lik sharoitlarida hamda karotinoid miqdorining yuqori namlik va issiqlik yetishmasligi sharoitlarida oshishi bilan izohlangan. Soyaning yer ustki massasi va fotosintetik samaradorlik hamda barg sathi ko'rsatkichlari orasida $r = 0,8-0,9$ nisbatda kuchli ijobiy koorelyatsiya kuzatilgan [4].

Ibragimova Z. Sh. va boshqalar (2023) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda qurg'oqchilik sharoitida soya o'simliklarida fotosintetik pigmentlar miqdorining sezilarli darajada o'zgarishi kuzatilgan. Bir nechta o'rganilgan soya navlarida qurg'oqchilik sharoitida xlorofill *a* va *b* miqdorining o'zgarishi umumiy xlorofillning (*a+b*) qiymati 100 % dan yuqori ko'rsatkichni tashkil etgani aniqlangan. Biroq pigmentlar miqdorining past qiymatiga qaramasdan umumiy xlorofill (*a+b*) nisbati 100 % dan oshganligini xlorofill *b* miqdorining xlorofill *a* ga nisbatan yuqori darajada pasayishi bilan bog'liqligi ta'kidlangan [5].

Stress sharoitini yuqori darajada yoki davomiyligi uzoq vaqt bo'lishi fotosintetik pigmentlarning yuqori darajada degradatsiyaga uchrashiga olib keladi. Qurg'oqchilik sharoitida fotosintetik pigmentlarning ikkala shakli (*a* va *b*) miqdorining keskin kamayishi, pigmentlar sintezini indutsiraydigan fermentlar faolligini stress ta'sirida buzilishi bilan izohlangan. Xlorofill *a* va *b* larning nisbati fotosintez jarayonlar muvozanatining muhim ko'rsatkichidir. Chunki xlorofil *a* fotosistemaning reaksion tarkibiga kiradi, xlorofil *b* esa yorug'lik yig'ish kompleksining bir qismidir [6].

Tadqiqot obyekti va uslubiyati

Ilmiy tadqiqotlarda tadqiqot obyekti sifatida soyaning asosiy va takroriy ekinga mos Genetik-1, Sochilmas, Marjon, Ehtiyoj, Xotira, To'maris MAN-60 va Hosildor navlaridan foydalanildi. Ilmiy tajribalar dala sharoitida Sirdaryo viloyati, Mirzaobod tumani, Mirzacho'l MFY hududidagi «MIRZAOBOD ANORZOR UZUMZORLARI» MCHJ dalalarida olib borildi.

Soya navlari o'simliklari rivojlanishining shonalash, gullash, dukkaklash va pishish davrlarida bargidagi pigmenilar miqdori taqqosiy o'rganildi. Soya o'simligi barglaridagi xlorofill 96 % li etil spirtida ekstraksiya qilindi va xlorofil miqdori spektrofotometrda (Dr 3900 Germaniya) Shlik A. A. uslubida aniqlandi [7]. Olingan natijalar Word Wista Excell 2007 kompyuter dasturida statistika tahlil qilindi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Dala ilmiy tajribalarida tadqiqot uchun jalb qilingan soya navlari o'simliklari rivojlanishining turli bosqichlarida bargidagi xlorofil *a* va *b*, umumiy xlorofil (*a+b*) va karotinoidlar miqdori tahlil qilindi. Olingan natijalar jadvalda keltirilgan (1-jadval).

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Soya o'simliklari rivojlanishining shonalash fazasida xlorofil *a* miqdori 1,643±0,41 mg/g.dan 1,998±0,56 mg/g.gachani tashkil qildi. Bu borada yuqori ko'rsatkich soyaning To'maris MAN-60 navida kuzatilgan bo'lsa, eng past ko'rsatkich soyaning Marjon navida kuzatilib 1,643±0,41 ni tashkil etdi. O'rganilgan boshqa navlarda esa o'rtacha ko'rsatkichlar qayd etildi. O'simlik rivojlanishining ushbu bosqichida xlorofil *b* miqdori ham tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra xlorofil *b* miqdori 0,859±0,17 mg/g.dan 0,955yo0,49 mg/g.gachani tashkil qildi.

1-jadval

Soya navlari o'simliklari rivojlanishining turli fazalarida pigmentlar miqdori

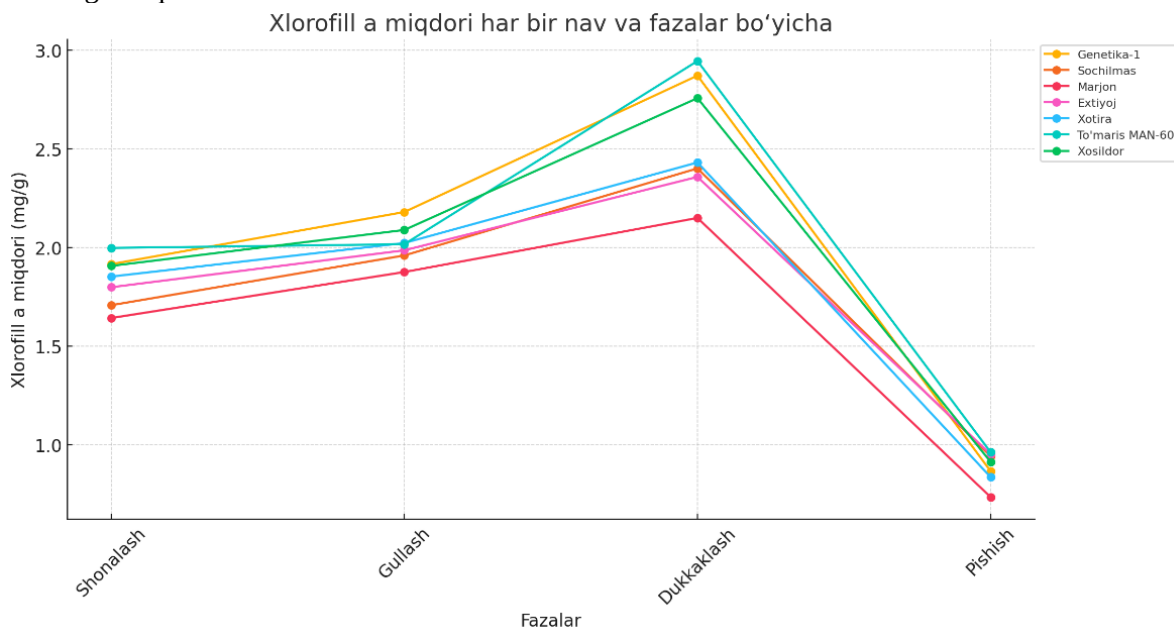
№	Nav nomi	Fazalar	Xl "a"	Xl "b"	Umumiy xlorofil (Xl "a" + "b")	Karotinoid-lar
1	Genetik-1	Shonalash	1,916±0,11	0,948±0,09	2,864	0,257±0,121
		Gullash	2,180±0,02	0,957±0,14	3,065	0,263±0,147
		Dukkaklash	2,871±0,28	1,040±0,12	3,911	0,260±0,124
		Pishish	0,867±0,41	0,404±0,02	1,271	0,391±0,190
2	Sochilmas	Shonalash	1,708±0,12	0,904±0,10	2,612	0,166±0,094
		Gullash	1,960±0,33	0,967±0,37	2,927	0,247±0,113
		Dukkaklash	2,401±0,07	1,106±0,52	3,507	0,274±0,096
		Pishish	0,943±0,77	0,512±0,81	1,455	0,378±0,122
3	Marjon	Shonalash	1,643±0,41	0,859±0,17	2,502	0,141±0,034
		Gullash	1,876±0,37	0,905±0,32	2,781	0,273±0,066
		Dukkaklash	2,150±0,12	1,195±0,50	3,345	0,197±0,045
		Pishish	0,736±0,49	0,403±0,17	0,766	0,356±0,164
4	Extiyoy	Shonalash	1,799±0,41	0,955±0,49	2,754	0,174±0,047
		Gullash	1,986±0,13	0,801±0,34	2,787	0,198±0,038
		Dukkaklash	2,358±0,03	0,964±0,28	3,322	0,244±0,129
		Pishish	0,953±0,03	0,462±0,12	1,415	0,309±0,175
5	Xotira	Shonalash	1,853±0,21	0,865±0,34	2,718	0,208±0,108
		Gullash	2,023±0,64	0,994±0,19	3,017	0,193±0,075
		Dukkaklash	2,431±0,49	1,131±0,46	3,562	0,215±0,163
		Pishish	0,837±0,84	0,473±0,67	1,311	0,348±0,149
6	To'maris MAN-60	Shonalash	1,998±0,56	0,902±0,34	2,900	0,195±0,093
		Gullash	2,017±0,63	0,990±0,23	3,007	0,236±0,142
		Dukkaklash	2,945±0,47	1,129±0,46	4,074	0,267±0,105
		Pishish	0,963±0,38	0,604±0,37	1,567	0,349±0,148
7	Xosildor	Shonalash	1,907±0,54	0,935±0,12	2,842	0,148±0,091
		Gullash	2,089±0,87	0,968±0,43	3,057	0,187±0,108
		Dukkaklash	2,757±0,93	1,098±0,36	3,855	0,243±0,147
		Pishish	0,914±0,43	0,537±0,14	1,451	0,364±0,169

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki xlorofil *b* miqdorining yuqori ko'rsatkichi soyaning Ehtiyoj navida kuzatilib 0,955±0,49 mg/g.ni tashkil etdi. O'rganilgan navlarda umumiy xlorofil (*a+b*) bo'yicha yuqori ko'rsatkichlar soyaning To'maris MAN-60 (2,900 mg/g), Genetik-1 (2,864 mg/g) va Hosildor (2,842 mg/g.) navlarida namoyon bo'ldi. Soya navlarining shonalash fazasida karotinoidlar miqdori ham tahlil qilindi. Bizga adabiyotlardan ma'lumki karotinoidlar o'simliklar uchun muhim pigmentlar bo'lib, ular fotosintez jarayonida va hujayralarni himoya qilishda muhim rol o'ynaydi. Bulardan tashqari karotinoidlar hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qilib, erkin radikallarni zararsizlantirishi va o'simlikning stressga chidamliligini oshirishi ham aniqlangan. Bizning tadqiqotlarimizda soyaning shonalash fazasida karotinoidlar miqdori 0,141±0,034 mg/g dan 0,257±0,121 mg/g.gachani tashkil qildi. Ushbu fiziologik belgi bo'yicha yuqori ko'rsatkich soyaning Genetik-1 navida kuzatilib 0,257±0,121 mg/g. ekanligi aniqlandi. Bu natija soyaning Genetik-1 navini boshqa navlarga nisbatan turli stresslarga nisbatan chidamliroq ekanligini taxmin qilish

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

imkonini beradi. Bulardan tashqari, soyaning Genetik-1 navi ertapishar, takroriy ekinga mos va fotoneytrallik xususiyatiga ega bo'lib, Respublikaning turli hududlarida yetishtirish imkonini beradi.

Tadqiqotlar davomida soya navlari o'simliklari rivojlanishining dukkaklash va pishish fazalarida ham xlorofill *a* va *b*, umumiy xlorofill (*a+b*) hamda karotinoidlar miqdori tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra soya o'simliklari rivojlanishining dukkaklash fazasida xlorofill *a* ning yuqori ko'rsatkichi To'maris MAN-60 navida kuzatilib, $2,945 \pm 0,47$ mg/g.ni tashkil etgan bo'lsa, eng past ko'rsatkich Marjon navida kuzatilib, $2,150 \pm 0,12$ mg/g. ekanligi aniqlandi.



1-rasm. Soya navlari o'simliklarining shonalash, gullash, dukkaklash va pishish fazalarida xlorofill *a* miqdorining o'zgarishi.

Xlorofil *b* miqdori Marjon navida yuqori ($1,195 \pm 0,50$ mg/g) bo'lsa, aksincha past ko'rsatkich Ehtiyoj navida kuzatilib, $0,964 \pm 0,28$ mg/g. ekanligi aniqlandi. Umumiy xlorofill (*a+b*) miqdori soyaning To'maris MAN-60 navida yuqori ($4,074$ mg/g.) bo'lgan bo'lsa, eng past ko'rsatkich Ehtiyoj navida kuzatilib, $3,322$ mg/g.ni tashkil qildi. O'rganilgan soya navlari rivojlanishining dukkaklash fazasida karotinoidlar miqdori tahlil qilinganda, yuqori ko'rsatkich Sochilmas navida ($0,274 \pm 0,096$ mg/g.) kuzatilgan bo'lsa, past ko'rsatkich Marjon navida kuzatilib, $0,197 \pm 0,045$ mg/g.ni tashkil etdi. Umuman olganda, soya o'simliklari rivojlanishining gullash va dukkaklash fazalarida xlorofill *a* va *b*, umumiy xlorofill (*a+b*) miqdori yuqori darajaga chiqib, pishish fazasida kamayishini ko'rishimiz mumkin. Karotinoidlar miqdori esa aksincha, pishish fazasida yuqori darajaga chiqishi ma'lum bo'ldi. Soya navlari o'simliklarining shonalash, gullash, dukkaklash va pishish fazalarida pigmentlar miqdorining turlicha bo'lishini xlorofill *a* misolida ko'rish mumkin. Natijalar grafik shaklida rasmda keltirilgan (rasm).

Xulosa

Shunday qilib dala ilmiy tajribalarida tadqiqot uchun jalb qilingan soya navlari o'simliklari rivojlanishining turli bosqichlarida bargidagi xlorofill *a* va *b*, umumiy xlorofill (*a+b*) hamda karotinoidlar miqdori tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra o'rganilgan soya navlarida fotosintetik pigmentlar miqdori turli fazalarda alohida tahlil qilinganda xlorofill *a* bo'yicha yuqori ko'rsatkich To'maris MAN-60 navining dukkaklash fazasida ($2,945 \pm 0,47$ mg/g.) kuzatilgan bo'lsa, eng past ko'rsatkich soyaning Marjon navining pishish fazasida aniqlanib, $0,736 \pm 0,49$ mg/g.ni tashkil etdi. Xlorofill *b* miqdori bo'yicha yuqori ko'rsatkich soyaning Marjon navining dukkaklash fazasida kuzatilib, $1,195 \pm 0,50$ mg/g.ni tashkil etgan bo'lsa, past natija ham xuddi shu soya navining pishish fazasida kuzatilib, $0,403 \pm 0,17$ mg/g. ekanligi aniqlandi. O'rganilgan soya navlarida umumiy xlorofill (*a+b*) miqdorining eng yuqori ko'rsatkichi To'maris MAN-60 navining dukkaklash fazasida kuzatilib, $4,074$ mg/g.ni tashkil etgan bo'lsa, past natijalar ($0,766$ mg/g.) soyaning Marjon navini pishish fazasida qayd etildi. Karotinoidlar miqdorini o'rganish natijasida ushbu pigmentning boshqa pigmentlardan farqli ravishda pishish fazasida yuqori ko'rsatkichlar qayd etildi. Jumladan, karotinoidlar

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

miqdorining eng yuqori ko'rsatkichi ($0,391 \pm 0,190$ mg/g.) soyaning Genetik-1 navi pishish fazasida kuzatilgan bo'lsa, past ko'rsatkich Marjon navining shonalash fazasida kuzatilib, $0,141 \pm 0,034$ mg/g.ni tashkil etdi. O'rgailgan soya navlarini fotosintetik pigmentlari bo'yicha yuqori ko'rsatkichlar qayd etilganlari Sirdaryo viloyatining sho'rlangan tuproq-iqlim sharoitlariga ancha moslashgan deb xulosa qilish mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Abdurazakova Z. L., Kurbanbayev I. D., Yunuskhonov Sh., Narimanov A. A., Azimov A. Chlorophyll content in the leaves of soybean plants in various phases of their development //Journal of Critical Reviews, 2020, 7(13)/- P.173–176.
2. Котляров В. В., Багрянцев Е. С. Влияние экзогенных аминокислот на фотосинтетическую активность растений сои.// Научный журнал КубГАУ, №89(05), 2013 -С.1-16.
3. Синеговская В.Т., Низкий С. Е., Науменко Е. Е. Хлорофилл как критерий устойчивости растений сои к длительному затоплению почвы.// Аграрная наука Евро-Северо-Востока/Агрисултурал Ссиэнсэ Эуро-Нортх-Эаст. 2022;23(6).-С.788-795.
4. Головина Е.В., Зеленев А.А. Физиологические особенности сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях СЧР.// Аграрная наука, 2020,11-12- С.89-96.
5. Ибрагимова З.Ш., Мамедова С.А., Алиев Р.Т. Параметры водного режима и содержание фотосинтетических пигментов на разных стадиях развития сои в условиях засухи // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2023, № 6.-С.11-16.
6. Ибрагимова З.Ш., Абдуллаева Л.С., Абышова Х.Ш., Керимова Ф.Р., Алиев Р.Т. Активность фотосинтетических пигментов в листьях образцов сои (*Glycines pp.*) при засолении.// Основные, малораспространенные и нетрадиционные виды растений от изучения к внедрению (сельскохозяйственные и биологические науки). Материалы VI Международной научно-практической конференции. Круты, 2022. Т. 1.- С.73–81.
7. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев.//Биохимические методы в физиологии растений. –М.: Наука, 1971. –С. 154-170.

Mualliflar:

Utayev M.S. – O'zR Fanlar akademiyasi, Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti mustaqil tadqiqotchisi, E-mail: utayevmavlon@gmail.com

Kurbanbayev I.Dj. – O'zR Fanlar akademiyasi, Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti laboratoriya mudiri, b.f.d., prof. E-mail: ilhomak@mail.ru

Abdushukirova S.K. – O'zR Fanlar akademiyasi, Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti kichik ilmiy xodimi, E-mail: abdushukirova79.24@mail.ru

Kimyo

УДК. 582.121.2

SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GALLIC ACID COMPLEXES WITH GLYCYRRHIZINIC ACID AND ITS SALTS

**GLITSIRRIZIN KISLOTA VA UNING TUZLARI BILAN GALL KISLOTASINING
KOMPLEKSLARINING AYRIM FIZIK-KIMYOVIY KATTALIKLARI**

**НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ С
ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТОЙ И ЕЕ СОЛЯМИ**

Kasimov Shodibek Islamovich

Guliston davlat universiteti. 120100. Guliston shahar. 4-mavze.

E-mail: shukrona1141603@mail.ru

Annotation. In this article, glycyrrhizic acid and its products are present in several different ratios of gallic acid, i.e. 1:2; 1:4; Information is provided on methods for obtaining new supramolecular compounds obtained in a molar ratio of 1:8, and some physicochemical properties of the resulting compounds. The results of the analysis of the chemical structure obtained by a new method of IR and UV spectroscopy are presented.

Key words: molar ratio, glycyrrhizic acid, gallic acid, spectrum, IR and UV spectroscopy, structure, physiologically active compounds.

Аннотация. В данной статье глицирризиновая кислота и ее производные представлены в нескольких различных соотношениях галловой кислоты, т.е. 1:2; 1:4; Приведены сведения о методах получения новых супрамолекулярных соединений, полученных в мольном соотношении 1:8, и некоторых физико-химических свойствах полученных соединений. Представлены результаты анализа химической структуры полученных новых соединений методами ИК- и УФ-спектроскопии.

Ключевые слова: молярная соотношения, глицерризиновая кислота, галловая кислота, спектр, ИК- и УФ-спектроскопия, строение, физиологически активное соединения.

Annotatsiya. Ushbu maqolada glitsirrizin kislota va uning hosilalari bilan gall kislotasining bir necha xil, ya'ni 1:2; 1:4; 1:8 molyar nisbatlarda olingan yangi supramolekulyar birikmalarini olish usullari va olingan birikmalarining ayrim fizik-kimyoviy xususiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar berildi. Olingan yangi birikmalarining kimyoviy tuzilishini IQ- va UB-spektroskopiya usullaridagi tahlil natijalari keltirildi.

Kalit so'zlar: molyar nisbatlar, glitserrizin kislota, gall kislota, spektr, IQ- va UB-spektroskopiya, struktura, fiziologik faol birikma.

Kirish. Mamlakatimiz o'simlik dunyosiga boy bo'lib, ulardan ajratib olinadigan biologik faol va oshlovchi moddalar oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika va xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llaniladi. Shuni hisobga olganda, hozirda o'simlik moddalarining kimyoviy tarkib va xossalari tadqiq qilish hamda ularni modifikatsiyalashning amalga oshirilishiga qiziqish ortib bormoqda.

O'zbekistonda shirinmiya o'simligini kimyoviy tarkibini o'rganish, milliy iqtisodiy ahamiyati va istiqbollari juda katta. Shirinmiya o'simligi O'rta Osiyoning turli xil tuproq-iqlim sharoitlarida mavjud. Teng iqlim sharoitda populyatsiyalar rivojlanish sharoitlari, kasallik va zararkunandalarga atrof-muhitning chidamliligi, yer osti va yer usti organlarining mahsuldorligi va barqaror morfologik belgilarga ega ozuqa moddalarining tarkibi bilan ajralib turadi. Xalq tabobatida keng foydalaniladigan shirinmiya o'simligi (*Glycyrrhiza glabra*) ildizining asosiy triterpenoidi – GK va uning tuzlari tibbiyotda keng qo'llaniladi.

GK va ularning hosilalari asosida dori vositalari yaratilishida uning gel hosil qilish xususiyati asosiy omillardan biri bo'lib xizmat qiladi [1-2].

Shuni e'tiborga olgan holda ushbu tadqiqot ishida glitsirrizin kislota va uning monoalmashingan hosilalarining gall kislotaga ta'sirining kimyoviy mexanizmi va uning tuzilishini IQ- va UB- spektroskopik analiz usullarida tadqiq qilishni maqsad qildik.

Gall kislota tarkibi $C_6H_2(OH)_3COOH$ dan iborat bo'lgan polifenol birikmadir. Gall kislota monogidrat shaklida bo'lib, rangsiz kristall modda. Erish harorati 220-221°C. Eruvchanligi (g 100 ml erituvchida): suvda –

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

1,16 (25 °C), 33 (100°C); etanol – 27,2 (25 °C); efir – 2,5 (15 °C) [3]. Ishqoriy eritmalarda gall kislotasi kislorodni yutadi. Ohak suvi (kaltsiy gidroksid) va ammiak bilan gall kislotasi oq cho'kmalar hosil qiladi. Tanninlardan farqli o'laroq, gall kislotasi jelatinni cho'krtirmaydi. U qizdirilganda oltin va kumush tuzlarini qaytara oladi, shuningdek, kislotali kaliy permanganat eritmasini beradi. Feling suyuqligi gall kislotasi bilan kamaymaydi. Gall kislotasi tabiatda eng ko'p uchraydigan organik kislotalardan biridir [3-4].

Tadqiqot obyekti va metodlari

Ushbu tadqiqot ishininig maqsadi gall kislotasining tanlovchanlik xususiyatini oshirish va ularning suvda eruvchanlik muammolarini hal etish orqali farmakologik ta'sirini kengaytirish, zaharlilik darajasini kamaytirish maqsadida glitserizin kislotasi (GK) hosilalari bilan supramolekulyar birikmalarini olish va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot avvalida glitsirizin kislota (GK) va uning monoammoniyli tuz (GKMAT) bilan gall kislotasining 1:2, 1:4, 1:8 nisbatlardagi supromolekulyar birikmalari olindi. So'ngra ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari o'rganildi. Sintez qilingan birikmalar tuzilishi IQ- va UB- spektroskopiya usullarida tadqiq qilindi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

GKMAT bilan gall kislotasining 1:2, 1:4, 1:8 nisbatlarda supromolekulyar birikmalarini olish uchun yangi sintez qilingan GK ning monoammoniyli tuzi, gall kislota, organik erituvchilardan; xloroform, benzol, atseton "k.t.", etil spirti "t.", atsetonitril, dietilefir, sulfat kislotalardan foydalanildi.

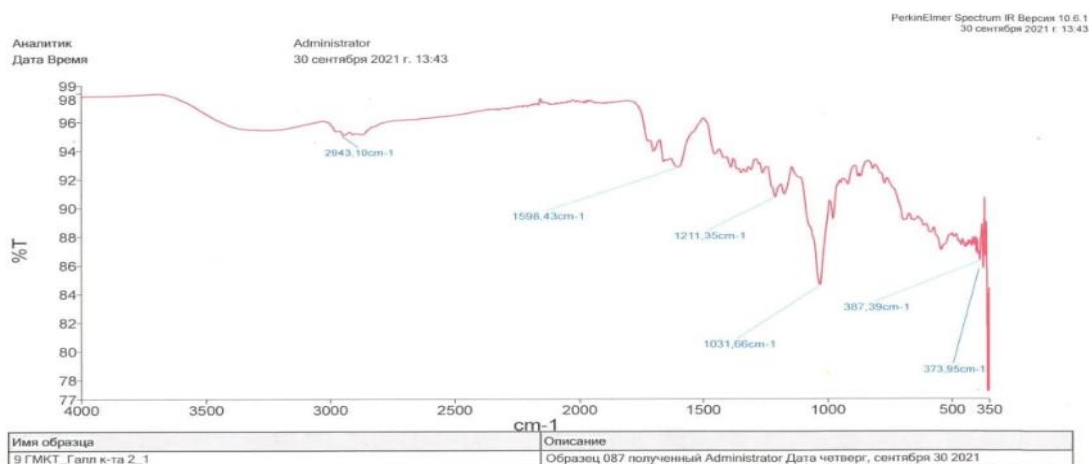
Dastlabki va sintez qilingan moddalarning tuzilishi IQ spektrlari – Elmer System 2000 FT-IR (Yaponiya) spektrometrida, UB spektri – UB 1280 spektrometrlarida (Yaponiya) tadqiq qilindi.

Ma'lum miqdordagi GK ga aralashtirib turgan holda etil spirti muhitida tanlangan qulay sharoitlarda gall kislota ta'sir ettirildi. Reaksiya oxiriga etgach, reaksiyon aralashma filtrlab olinib, erituvchi rotorli bug'latgich yordamida vakuumda haydab olindi, suvli qismi liofil quritgichda quritildi. Olingan supromolekulyar kompleks suvda yaxshi eriydi, 183 °C da parchalanadi.

Ma'lumki, IQ-spektroskopiya tekshirilayotgan modda tarkibidagi atom va molekularning tebranma harakati bilan bog'liq bo'lgan nazariyaning asosini tashkil etadi.

Bu usul yordamida alohida reagentlar va komplekslarning spektridagi yutilish chiziqlari orasidagi farqlar asosida yangi ta'sirlashuv hamda hosil bo'lgan yangi bog'lanishlar haqida xulosa chiqarish imkoni mavjudligini hisobga olib, tadqiqotlarimiz natijasida olingan yangi supramolekulyar komplekslarning tuzilishini tadqiq qilish uchun IQ-spektroskopiya usulidan foydalanildi.

Molekulalardagi atomlar va atom guruhlariga xos bo'lgan tebranishlar shakli ayni chastotada tebranayotgan barcha atomlarning tebranish amplitudasiga va o'z navbatda, normal tebranish vaqtidagi kimyoviy bog' uzunligi va bog'lararo burchakning o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Agar molekula tebranishi natijasida atomlararo kimyoviy bog' (yoki bog'lar) qisqarsa yoki uzaysa molekulaning bunday harakati shakli valent tebranish deb ataladi. Valent tebranishlar soni molekuladagi kimyoviy bog'lar soniga teng bo'ladi [5].



1-rasm. Gall kislota va GKMATning 2:1 nisbatidagi kompleksining IQ- spektri.

Alohida Gall kislotaning IQ-spektri va GKMKTning Gall kislota bilan 1:2 nisbatidagi supramolekulyar kompleksining IQ-spektri taqqoslanganda tahlil natijalari ko'rsatishicha, supramolekulyar komplekslarning

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

spektrlarida kompleks birikmalar tarkibidagi gidroksil (OH) guruhlarining valent tebranishlari 3212 sm^{-1} sohada kuzatilgan bo'lsa, gall kislotaning gidroksil (OH) guruhlarining valent tebranishlar $3300\text{--}3400\text{ sm}^{-1}$ sohada namoyon bo'ladi. Supramolekulyar kompleksdagi karboksil guruhi karbonilarining valent tebranishlari $1701,43\text{--}1615\text{ (CO)}\text{ sm}^{-1}$ sohalarda kuzatilsa, GK tarkibidagi karboksil guruhlarining karbonillari valent tebranishlari $1725\text{--}1651\text{ sm}^{-1}$ sohada kuzatiladi (1-rasm).

Kompleks molekulasidagi ($\text{CH}_2\text{--CH}_3$) guruhlariga tegishli $1591,17\text{ sm}^{-1}$ tebranishlar, GK tarkibidagi $1454,33\text{ sm}^{-1}$ ($\text{CH}_2\text{--CH}_3$) sohada kuzatiladi. Spektral sohalardagi yutilish chiziqlari orasidagi tegishli farqlar yangi ta'sirlashuv hamda hosil bo'lgan yangi bog'lanishlar haqida xulosa chiqarish imkonini beradi. Olingan yangi supramolekulyar komplekslarning UB-spektrlari va IQ-spektrlarining qiymatlari 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval

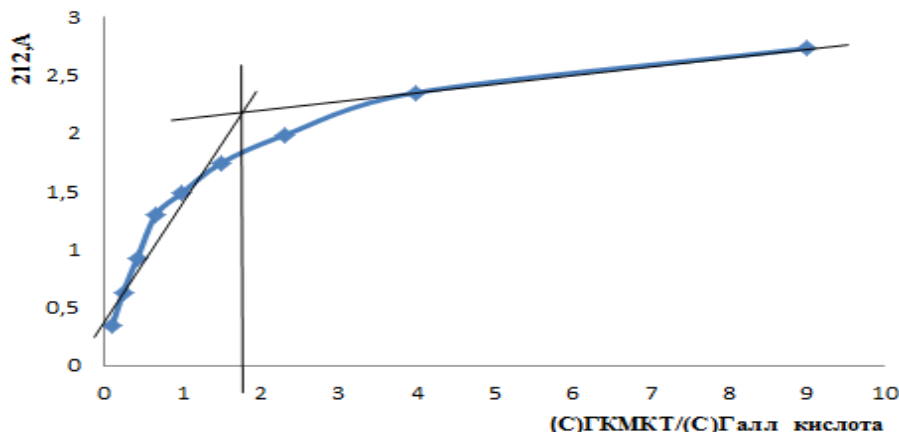
Olingan moddalarning UB-spektr va IQ-spektrlari

№	Olingan moddalar	UB-spektr (50 % etanol, λ_{max} , nm) (lgε)	IQ-spektr (ν , sm^{-1})
1	GK: GallK	257 (4,7)	3375(OH), 2920, 23-2858, 15(CH), 1714, 72(C=O), 1645, 28(C=O), 1595, 13($\text{CH}_2\text{--CH}_3$), 1556, 559(CH), 1504, 48-1454, 33(CH), 1386, 82(COO^-), 1307, 74-1261, 45(CH), 1211, 30(CH), 1165(C-O-C, C-OH), 1041, 56(C-O-C, C-OH), 981, 71(=CH)
2	ГКМКТ ва ГаллК 2:1	261 (4,8) 219 (4,9)	$\nu(\text{OH},)=3312$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2943$, $\nu(\text{C=O})=1701$, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})=1615$, $\nu(\text{COO}^-)=1598$, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)=1452$, , $\delta(\text{CH})=1388$, 1328, 1211, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})=1165$, $\nu(\text{C-O-C})=1032$, $\delta(\text{=CH})=981$
3	ГКМКТ ва ГаллК 4:1	258 (4,9) 222 (4,3)	$\nu(\text{OH},)=3319$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2948$, $\nu(\text{C=O})=1716$, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})=1621$, $\nu(\text{COO}^-)=1595$, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)=1452$, , $\delta(\text{CH})=1347$, 1212, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})=1173$, $\nu(\text{C-O-C})=1032$, $\delta(\text{=CH})=978$
4	ГКМКТ ва ГаллК 8:1	257 (4,9)	$\nu(\text{OH},)=3315$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2942$, $\nu(\text{C=O})=1700$, $\nu(\text{C}_{11}=\text{O}, \text{C}=\text{C})=1602$, $\nu(\text{COO}^-)=1588$, $\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)=1387$, , $\delta(\text{CH})=1362$, 1213, $\delta(\text{C-O-C}, \text{C-OH})=1172$, $\nu(\text{C-O-C})=1032$, $\delta(\text{=CH})=979$

Adabiyotlarda qayd etilishicha, GK molekulasining “mehmon-mezbon” holidagi klatrat birikmalar hosil qilish xususiyati, uning tibbiyotda qo'llaniladigan bir qator dori vositalari bilan bir qator supramolekulyar komplekslarini olish va ularning molekulyar kapsullash samarasi hisobiga faolligini oshirish hamda davolash indeksini kengaytirish maqsadida qo'llanilgan [6-7].

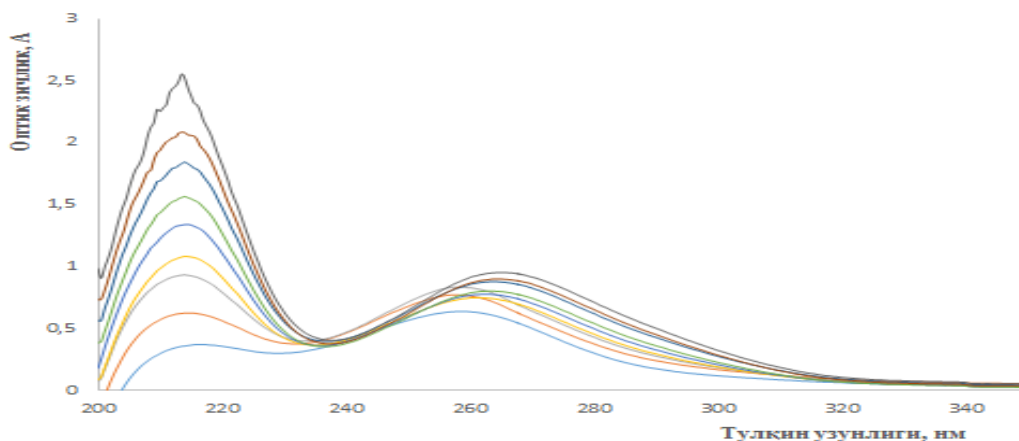
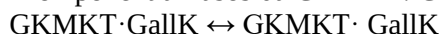
Odatda supramolekulyar birikmalar hosil bo'lish jarayonida mezbон molekulada bir necha bog'lanish hosil qiluvchi faol markazlar mavjudligi va bu molekuladagi komplementarlik xususiyati mezbон molekulaning mehmonlarni aniq belgilangan tuzilma bo'yicha tanlab olish imkonini beradi. Bu esa mezbон va mehmon molekularning geometrik tuzilishi ya'ni retseptor molekulasidagi bo'shliqning diametri substrat molekulasining radiusiga mos kelishi kerakligi bilan izohlanadi [8].

GKMKTning gall kislota bilan supramolekulyar komplekslari stexiometrik tarkibi Ostromislenskiy–Jobaning izomolyarli tizim metodi bilan aniqlandi. Tadqiqot natijalari ko'rsatishicha, komplekslarning tarkibiy qismlari 2:1 nisbatda hosil bo'ladi. Quyidagi grafikaviy egri chiziqda ko'rsatilganidek, komponentlarning nisbatiga ko'ra optik zichlikning o'zgarishidan kompleksning izomolyar tizimi ko'rsatkichi $\approx 2,0$ ga teng bo'lib, shunga asosan kompleksdagi komponentlar nisbati 2:1 nisbatda bo'lishi qayd qilindi (2-rasm).



2-rasm. $\lambda=212$ nm da ($S(\text{GallK})=10^{-4}$ M, $S(\text{GKMKT})=10^{-4}$ M, $\text{pH}=7,2$) komponentlar izomolyar tizimi nisbatiga ko'ra optik zichiligi (Δ) ning o'zgarishi.

Supramolekulyar kompleks (I) tizimi egri chizig'iga ko'ra ko'rsatilganidek, 240 va 320 nm oralig'idagi nuqtalarda spektrlarning yutilishi kuzatiladi (3-rasm). Ma'lumki, spektrdagi izobestik nuqtalarning mavjudligi ma'lum oraliqda sistemadagi komponentlardan bitta tipga mansub kompleks shakllanganligini izohlaydi. Shunga ko'ra eritmada GKMKT va GallK komponentlari asosida GKMKT: GallK kompleksi aniqlandi:



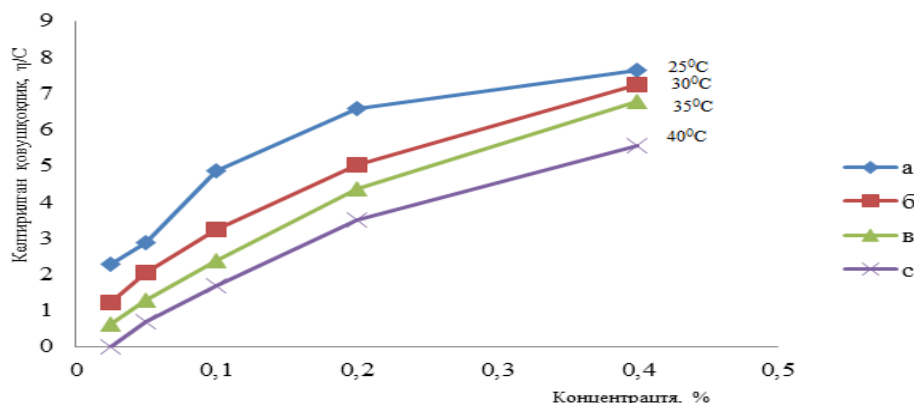
3-rasm. Eritmalarning izomolyar seriyasida spektrlarning yutilish egri chizig'i ($S(\text{GallK})$ q 10^{-4} M, $S(\text{GKMKT})$ q 10^{-4} M, pH 7,2).

Tarkibi 2:1 nisbatda bo'lgan eritmada komplekslar nisbati bo'yicha K koeffitsiyenti hisoblanib, shu asosida kompleks hosil bo'lish jarayoni uchun Gibbs erkin energiyasi (ΔG) hisoblandi.

Suyuqliklar reologiyasi, ya'ni oqish jarayonlari makromolekulalarning diffuzion siljishi asosida amalga oshadi. Suyultirma va eritmalarini oqishi makromolekulalarning ham ayrim qismlari, ham to'liq o'zi siljishiga bog'liq bo'lib, bu jarayon alohida molekular segmentlarning o'zaro axtarilishining amalga oshishi bilan boradi va tizimning qovushqoqligini namoyon qiladi.

Supramolekular komplekslar hosil bo'lishida qanday turdagi ta'sirlashuvlarning mavjudligi yoki ta'sir hissasi yuqoriligini aniqlash maqsadida, GKMAT:GallK kompleksining turli muhitdagi: mochevina (molekulalararo vodorod bog'larni parchalovchi), ksiloza (sistemadagi gidrofob ta'sirlashuvga moyil agent) eritmalaridagi qovushqoqliklari o'rganildi. Bundan tashqari eritma qovushqoqligiga pH muhiti hamda haroratning ta'sirlari ham o'rganildi.

Bunda dastlab keltirilgan qovushqoqlikning konsentratsiyaga bog'liqligi to'rt xil (25°C , 30°C , 35°C , 40°C) temperaturada ko'rildi. Bunda barcha haroratdagi holatlarda konsentratsiya 0.4% ga yetgunga qadar keltirilgan qovushqoqlik ortib boradi, 40°C temperaturada eng kichik (0.025 %) konsentratsiyali eritmaning keltirilgan qovushqoqligi 0 ga yaqinlashdi. Umuman olganda, temperaturaning ortishi barcha konsentratsiyalarda ham keltirilgan qovushqoqlikning kamayishiga olib keldi.

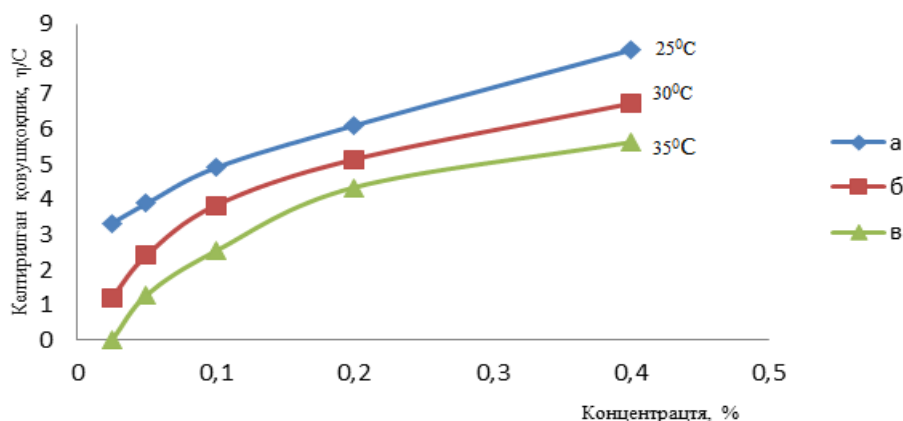


4-rasm. GKMAT-Gall kislota 2:1 Supramolekular kopmleksini suv eritmasida turli haroratda keltirilgan qovushqoqligini konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi. . a-25^oS, б-30^oS, в-35^oS ба с-40^oS.

4-rasmdan ko'rinadiki, komplekslarning suvli eritmaları qovushqoqligi eritma konsentratsiyasi kamayishi ya'ni erituvchi molekulalarining miqdori ortishi natijasida mitsellyar sturukturalanishni hosil qiluvchi molekulalararo ta'sirlashuvni kamaytirishi bilan tushintirish mumkin. Harorat ko'tarilishi eritmada molekulalarning Broun harakati ortishi sababli mitsellyar struktura buzilishi asosida keltirilgan qovushqoqlikning kamayib borishiga sabab bo'lishi mumkin.

0.01 M ksiloza muhitidagi qovushqoqlik o'rganilganda, GKMAT:GallK kompleks eritmasining keltirilgan qovushqoqligida keskin darajadagi o'zgarish kuzatilmadi. Demak, kompleks tarkibidagi qo'shimcha moddalar tizimlanish jarayoniga ta'sir etib, ksiloza esa bu ta'sirlarni ekranlaydi deb xulosa qilish mumkin.

Shuningdek supramolekular eritmalarining suvli eritmalarda hosil bo'luvchi o'zaro gidrofob ta'sirlashini ekranlash uchun 0.01M ksiloza etirmasidan foydalanganimizda konsentratsiya ortishi bilan keltirilgan qovushqoqlikning qisman ortishi kuzatildi. Bunda haroratga bog'liqligi o'rganilganda 250C haroratda ksiloza muhitida keltirilgan qovushqoqlik konsentratsiya ortishi bilan to'g'ri chiziqli bog'lanish kuzatildi.



5-rasm. GKMAT-Gall kislota 2:1 Supramolekular kopmleksini ksiloza eritmasida turli haroratda keltirilgan qovushqoqligini konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi. a-25^oS, б-30^oS, в-35^oS.

Demak, pirovard natijada, molekulaning strukturalanishi barqarorligini ta'minlanish nafaqat vodorod bog'lar hisobiga, balki kuchli gidrofob ta'sirlashuv oqibatida ham vujudga kelishini isbotlashi mumkin.

Xulosalar

1. Gall kislotaning GKMKT bilan olingan supramolekulyar komplekslari stabillashishida GKMKT molekulasida tarkibidagi karbonil guruhi kislorodi va Gall kislotaning molekulasidagi gidroksil guruhi hamda o'zida umulashmagan juft elektronlarni saqlagan azot atomi molekulalararo dipol-dipol o'zaro ta'sir va vodorod bog'lari ishtirok qilishi aniqlandi.
2. Kompleks birikmalar vodorod bilan bog'lanadigan qo'shimcha umumlashmagan juft elektronlar yordamida elektromanfiyligi yuqori bo'lgan atom saqlagan ta'sirlashayotgan molekulalar orasida ikki

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

juft atomlarning o'zini-o'zi yig'ishi jarayoni supramolekulyar birikmaning hosil bo'lishi asosida yuzaga kelishi imkonini beradi.

3. GKMKTning Gall kislota bilan 1:2, 1:4, 1:8 nisbatlardagi supromolekulyar komplekslari va GK ning gallat tuzini olish metodikasi ishlab chiqildi, ularning fizik kimyoviy xossalari o'rganilib, tuzilishi IQ- va UB- spektroskopiya usulida tadqiq qilindi.
4. Kompleks hosil bo'lish jarayonida nafaqat molekulararo vodorod bog'lar balki gidrofob va gidrofil yoki ion-dipol ta'sirlashuvlar ham ishtiroq etib molekular komplekslar hosil bo'lishi mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Tolstikov G.A., Baltina L.A., Shuls E.E., Pokrovskiy A.G // Glitsirrizinovaya kislota. 1997. T 23. № 9 - S.691-709. (in Russian).
2. Tolstikov G.A., Baltina L.A., Grankina V.P. i dr. Solodka: bioraznoobraziye, ximiya, primeneniye v meditsine. - Novosibirsk: "GEO", 2007.- 312 s. (in Russian).
3. Gaupman Z., Grefe Yu., Remane X. Organicheskaya ximiya. Moskva: "Ximiya", 1979. – 531-536 s. (in Russian)
4. Absalan Y., Fortalnova E. A., Lobanov N. N., Dobrokhotova E. V., Kovalchukova O. V., Organometal J. Chem., 2018. -859-880 p. (in Russian).
5. Krilov A.S., Vtyurin A.N., Gerasimov Yu.V. Obrabotka dannix infrakrasnoy Fure-spektroskopii, Metodich. posobiye, №832 F., Krasnoyarsk, Institut fiziki SO RAN, 2005. - 48 s. (in Russian).
6. Yuldashev X.A., Abdushukurova S.E., Vipova N.L., Gafurov M.B. Protivovospalitel'naya aktivnost supramolekularnix kompleksov nekotorig proivzvodnix glitsirrizinovoy kisloti s atsetilsalitsilovoy kislotoy // Akademik S.Yu.Yunusov xotirasiga bag'ishlangan yosh olimlar ilmiy anjumani O'MKI: Toshkent, 2004. -65 b.
7. Dalimov D.N., Muxamediyev M.G., Xamidova G.R., Gafurov M.B., Abdullayev N.Dj., Levkovich M.G., Yuldashev X.A., Matchanov A.D. Fiziko-ximicheskiye svoystva vodnix rastvorov klatratov monoammoniyevoy soli glitsirrizinovoy kisloti s benzoynoy i salitsilovoy kislotami. Polimerlar fanining xozirgi zamon muammolari. Toshkent, 2011.-164-165 b.
8. Stid Dj.V., Etvud Dj.L., Supramolekularnaya ximiya. – Moskva: IKTS "Akademkniga", 2007. - T №1. - 480 s. (in Russian).

Muallif:

Kasimov Sh.I. - Guliston davlat universiteti "Kimyo" kafedrasida dotsenti, E-mail: shukrona1141603@mail.ru

UDK: 577.118- 632.4

SYNTHESIS OF MENTHYL GLYCINATE ESTER AND ANALYSIS OF ITS CHEMICAL STRUCTURE

MENTOLGLITSINAT MURAKKAB EFIRI SINTEZI VA KIMYOVIY TUZILISHI TAHLILI

СИНТЕЗ СЛОЖНОГО ЭФИРА МЕНТИЛГЛИЦИНАТА И АНАЛИЗ ЕГО ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Yettibayeva Lolaxon Abdumalikovna, Ergashev Abdulaziz Shovkat o'g'li, Turdibekova Muxlisa Zufar qizi

Guliston davlat universiteti 120100, Guliston shahri, 4-mavze.

E-mail: lola1981a@mail.ru

Abstract. In recent years, although various derivatives of menthol have been extensively studied in pharmaceuticals, food industry, and agrochemistry, information on the synthesis of esters with amino acids remains limited. In particular, the relationship between the structural features of menthol–amino acid derivatives and their biological activity has not been sufficiently investigated. The novelty of this work lies in the fact that, for the first time, menthol glycine esters were synthesized, and their physicochemical properties and spectral characteristics were thoroughly studied. The chemical structure was analyzed using Infrared (IR) spectroscopy and Proton Magnetic Resonance (PMR) methods.

Keywords: Terpenoid, menthol, NMR spectroscopy, glycine, IR spectroscopy, mass spectrometry, antioxidant.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Abstract: So'nggi yillarda mentolning turli hosilalari farmatsevtika, oziq-ovqat va agroximiyada keng o'rganilgan bo'lsa-da, aminokislotalar bilan murakkab efirlar sinteziga oid ma'lumotlar cheklangan. Xususan, mentol-aminokislota hosilalarining strukturaviy xususiyatlari va ularning biologik faolligi o'rtasidagi bog'liqlik yetarlicha tadqiq qilinmagan. Shu sababli, ushbu ishning yangiligi shundaki, biz ilk bor mentolning glitsin bilan murakkab efirlarini sintez qilib, ularning fizik-kimyoviy xossalari va spektral ko'rsatkichlarini chuqur o'rgandik. Kimyoviy tuzilishi Infraqizil (IQ) spektroskopiya va proton magnit rezonans (PMR) usullari asosida tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: Terpenoid, mentol, PMR spektroskopiya, glitsin, IQ spektroskopiya, mass spektroskopiya, antioksidant.

Аннотация. В последние годы, несмотря на то что различные производные ментола широко изучаются в фармацевтике, пищевой промышленности и агрохимии, данные о синтезе сложных эфиров с аминокислотами остаются ограниченными. В частности, взаимосвязь между структурными особенностями производных ментола с аминокислотами и их биологической активностью недостаточно исследована. Новизна данной работы заключается в том, что впервые были синтезированы сложные эфиры ментола с глицином, а также всесторонне изучены их физико-химические свойства и спектральные характеристики. Химическая структура была проанализирована с использованием инфракрасной (ИК) спектроскопии и протонного магнитного резонанса (ПМР).

Ключевые слова: Терпеноид, ментол, ПМР спектроскопия, глицин, ИК спектроскопия, масс-спектроскопия, антиоксидант.

Kirish. O'simliklarning maxsus metabolitlari – terpenoidlar, fenollar, alkaloidlar, yog' kislotalari va boshqa turdagi metabolitlar o'simliklar hayoti va muhitga moslashuvida muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, ular o'simliklarni patogenlar va o'txo'r hasharotlardan himoya qilishda ham faol ishtirok etadi. Terpenoidlar, ayniqsa monoterpenoidlar, bu borada alohida ahamiyatga ega bo'lib, limonen, mentol, sineol kabi birikmalar hasharotlar va zamburug'larga qarshi ta'sir ko'rsatadi [1].

Shuningdek, terpenoidlar o'simliklarni o'txo'rlar va turli hasharotlardan himoya qilishda muhim rol o'ynaydi. Masalan, limonen – sitrus po'stlog'idagi monoterpenoid bo'lib – zamburug' va bakteriyalarga qarshi himoya vositasi hamda sitrus zararkunandalarni qaytaruvchi sifatida xizmat qiladi [2].

Monoterpenoidlar, ayniqsa ularning keton shakllari, uy chivinlari, qizil qo'ng'izi va makkajo'xori ildiz qurti kabi hasharotlarga qarshi insektitsid faollik ko'rsatgan [3].

Oltita ta asosiy efir moyi komponentlari – metil salitsilat, karvakrol, timol, trans-sinnamealdehid, diallil trisulfid, va l-perillaldehid kabi birikmalar hasharotlari lichinkalari va yetuk hasharotlarga qarshi fumigant zaharliligi bilan ajralib turadi [4]. Bundan tashqari, uchuvchan organik birikmalar (UOB) bo'lgan terpenoidlar, yashil barg hidlari, fenollar ham o'txo'rlarni qaytaruvchi, yirtqich hasharotlarni jalb qiluvchi, o'simliklar orasidagi signal vositasi sifatida xizmat qiladi [5].

O'simlik tarkibidagi terpenlar himoya javoblarini kuchaytiruvchi vosita sifatida ham xizmat qiladi. Masalan, shirin yalpiz chiqaradigan monoterpenoidlar (1,8-sineol, menton, mentol) soya barglarida PR1 va TI kabi himoya genlarining ekspressiyasini kuchaytirib, o'simlikni o'txo'rlar va zamburug'larga nisbatan bardoshlilikini oshirgan [6].

Shuningdek, boshqa o'simliklararo signal vositalari sifatida (E)- β -osimen, (E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrien, va (E,E)-4,8,12-trimetiltrideka-1,3,7,11-tetraen aniqlangan bo'lib, bu moddalar lima loviyasining barglarida himoya genlari faolligini oshirgan [7]. 1,8-sineol yoki (E)-beta-kariofillen moddalari ta'sirida artemiziya o'simligi kamroq zararkunanda shikastiga uchragan [8].

Uchuvchan organik birikmalarning hosilalari hozircha faqat ilmiy tadqiqotlar doirasida qo'llanilgan bo'lib, tijorat maqsadlarida farmakologiya yoki qishloq xo'jaligida keng foydalanilmayapti [9-11].

Ushbu tadqiqotda esa mentol asosida hosil qilingan valin efiri (ment-Val) o'rganilgan. Bu birikma o'simliklarning himoya tizimini faollashtirish xususiyatiga ega. Aminokislotalar molekulyar xilma-xillik yaratishda foydali komponent bo'lib, turli yon zanjirlari orqali struktura-faollik bog'liqligini o'rganishga imkon beradi. Tadqiqotchilar ment-Val va unga o'xshash boshqa strukturalarning o'simlik zararkunandalariga qarshi ta'sirini, ayniqsa soya o'simligida, sinab ko'rilgan [12, 13].

Yangi dori vositalari sintetik, yarim sintetik, o'simlik manbalaridan olingan yoki qayta ishlab chiqarilgan dori vositalari bo'lishi mumkin [14].

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Tadqiqotning maqsadi: mentolning yangi birikmalarini yaratish, olingan birikmaning fizik kimyoviy xossalari o'rganish, tuzilish strukturasi tahlil qilish hamda biofaolligini o'rganishdan iborat. Mentol parfyumeriya va kosmetika sohasida kimyoviy birikma sifatida keng qo'llaniladi va yoqimli hid va sovitish ta'siri tufayli farmatsevtika yordamchi, oziq-ovqat qo'shimchalari va tamaki aromati sifatida xizmat qiladi [15].

Mentol yalpiz yoki boshqa yalpiz moylaridan ajratilgan. Kimyoviy jihatdan mentol o'simlikdan olingan siklik monoterpen spirtidir. Odatda og'iz bo'shlig'i gigiyenasi uchun pestitsidlar, kosmetika, farmatsevtika, qandolat mahsulotlari va xushbo'ylashtiruvchi vosita sifatida ishlatiladi [16].

Antioksidant, yallig'lanishga qarshi va og'riq qoldiruvchi ta'sirga ega [17]. Dorivor xususiyatlari yalpiz turlarida fenolik kimyoviy moddalar mavjudligi bilan bog'liq [18].

Mentolning hosilalarining turli xil biologik faolligini hisobga olgan holda, uning gidroksil guruhiga nisbatan ayrim aminokislotalar bilan murakkab efirlarini sintez qilish va ularning kimyoviy tuzilishlarini tahlil qilish asosida yangi birikmalarni olish, ularning biologik faolligini o'rganish dolzarb mavzulardan hisobalandi.

Shuning uchun ishning maqsadi mentolning glisin bilan yangi hosilalarini murakkab efirini sintez qilish, kimyoviy tuzilishini IQ, PMR spektroskopiya usullari asosida tahlil qilish ishning maqsadi hisoblanadi.

Tajriba qismi.

Sintez qilingan birikmalarning IQ-spektrlari esa IRaffinity MIRacle10 Shimadzu (Yaponiya) spektrometrida 500-4000 cm^{-1} tebranish chastotalari oralig'ida olindi. ^1H YAMR spektrlari JNM-ECZ400R (JEOL, Yaponiya) spektrometrida 400 MGs ishchi chastotada, ^1H uchun CDCl_3 eritmalarida qayd etildi va ichki standart sifatida TMS (0 m.u.) qo'llanildi. Namunalarning mass-spektrometriyasi 6520V seriyali CHIP LC-MS Agilent Technologies qurilmasida quyidagi sharoitlarda o'tkazildi: ionlanish manbai: ESI, qurituvchi gaz oqimi: 5 l/min, qurituvchi gaz harorati: 300°C , skimmer konusidagi kuchlanish: 65V, fragmentatorda 125V, massa diapazoni: MS rejimida 100 - 2000 m/z. Namunalar 5 mkl dan Zorbax SB C18 kolonkasiga (3 μm , 0.5×150 mm) kiritildi. Harakatlanuvchi faza: A – chumoli kislotasining 0,1% li eritmasi, B – atsetonitril + 0,1% li chumoli kislotasi. Elyuirlash 15 mkl/min oqim tezligida amalga oshirildi. B eritmasi konsentratsiyasi gradiyenti daqiqalarda: 0% – 3 daqiqa, 60% – 23 daqiqa, 0% – 26 daqiqa. Suyuqlanish harorati VMP – 1 S.N. 28/031 qurilmasida aniqlandi.

Murakkab efirlar sintezi. Teskari xolodilnikka ulangan hajmi 100 ml bo'lgan ikki og'izli tubi yumaloq kolbada 0,013 mol mentol 0,5 ml metanolda 30 minut davomida to'liq erigunga qadar aralashtiriladi va reaksiya aralashmaga 0,01 mol tegishli aminokislotalar 7 ml konsentrlangan xlorid kislotadagi eritmasi qo'shiladi va $35-40^\circ\text{C}$ haroratda 5-6 soat davomida aralashtilib turgan holda qizdiriladi.

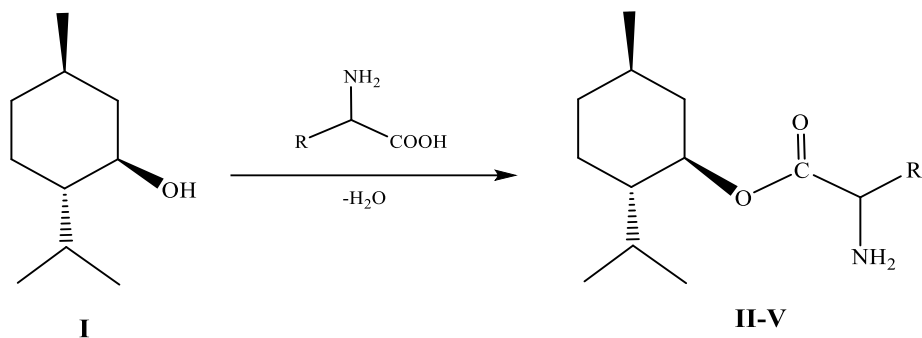
Reaksiya tugagach reaksiya aralashmadan erituvchi vakuum yordamida haydab olinadi, qolgan mahsulot esa spirt va atseton aralashmasidan qayta kristallanadi.

Mentilglitsinat (II). Och qizg'ish rangli kristall modda. Reaksiya unumi 84,6%, $T_{\text{suyuq.}} = 140 \pm 2^\circ\text{C}$, $R_f = 0.45(1)$. Brutto formulasi $\text{C}_{12}\text{H}_{23}\text{O}_2\text{N}$. **Mass-spektr:** m/z 76,0406; 113,9869; 132,1025; 151,0722; 189,0195; 224,9955; 248,0754; 264,0521; 301,9985; 394,3193; 438,3452; 482,3763; 522,1356; 574,4393; 668,1942. **UV-spektr** (etanol, λ_{max} , nm) (lg ϵ): 207 (4,12). **IR-spektr**, ν , cm^{-1} : 3209,55, 3163,26(N-H), 2954,95, 2904,80, 2870,08(C-H CH_3 , CH_2 , CH), 1735,93 (C=O), 1215,15 (C-O), 1122,57 (C-N); δ , cm^{-1} : 1600,92, 1485,19(N-H), 1423,47, 1338,60 (C-H CH_3 , CH_2 , CH), 848,68(N-H) **^1H YaMR-spektr** (600 MGs, CDCl_3 , δ , m.u., J/Gs): 0.80 (3H, d, J=7.0, H-10), 0.86 (1H, m, H-4b), 0.91 (3H, d, J=5.5, H-7), 0.93 (3H, d, J=5.9, H-9), 0.94 (1H, d, J=4.8, H-3b), 0.97 (m, 1H), 1.09 (1H, ddt, J=3.1, 3.1, 10.1, 12.9, H-2), 1.41 (3H, m, H-5, NH), 1.60 (1H, dq, J=3.3, 3.3, 13.1, H-3a), 1.66 (1H, dp, J=3.3, 3.3, 3.4, 3.4, 12.5, H-4a), 1.94 (1H, dtd, J=2.1, 4.1, 4.1, 12.1, H-6a), 2.16 (1H, pd, J=2.8, 7.0, 7.0, 7.0, H-8), 3.38 (td, J=4.3, 10.4, 10.5, 1H), 3.78 (1H, s, NH), 4.04 (1H, s, NH)

Olingan natijalar va muhokamasi

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga asoslangan holda, yuqori biologik faol moddalarni izlab topish maqsadida biz tomonimizdan mentolning aminokislotalar bilan bir qator murakkab efirlari sintez qilindi.

Mentolning aminokislotalar bilan yangi efirlari sintezi quyidagi reaksiya sxemasi asosida olib borildi:



1-sxema. Mentolning aminokislotalar bilan murakkab efirlari sintezi

Efirlarni sintez qilishda boshlang'ich modda tozaligi 99.2 % bo'lgan mentoldan foydalanildi. Reaksiyalarning borishi yupqa qatlamli xromatografiya usulida nazorat qilindi, bunda geksan-atseton (2:1, I) va benzol-xloroform (3:2, II) sistemalardan foydalanildi. Mentolglitsinatning YuQX usulida identifikatsiya qilishda ularning R_f qiymatlari 0,35-0,5 oraligida namoyon bo'lishi aniqlandi. Olingan natijalar 1 jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Sintez qilingan mentolglitsinatning ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari

Moddalar	Brutto formulasi	M g/mol	T.suyuq °C	R_f^*	Eruvchanligi	Unum%
Mentol (I)	$C_{10}H_{20}O$	156	42±2	0,55	Etanol, dioksan, xloroform,	84,6
Mentolglitsinat (II)	$C_{12}H_{23}NO_2$	213	140±2	0,45	Etanol, geksan, etilatsetat, xloroform, benzol	85,2

Moddalarning IQ spektrlari boshlang'ich moddalar mentol va aminokislotalarning IQ spektrlariga taqqoslangan holda o'rganildi. Boshlang'ich modda (I)ning IQ spektrida gidroksil guruhi(OH)ning valent tebranishlariga xos yutilish chiziqlari 3236,55 cm^{-1} .da, deformatsion tebranishlariga xos yutilish chiziqlari 1342,46 cm^{-1} , 1311,59 cm^{-1} .da, CH, CH₂ va CH₃ guruhlariga tegishli C-H bog'larining valent tebranishlariga xos yutilish chiziqlari 2951,08 cm^{-1} , 2924,05 cm^{-1} , 2870,07 cm^{-1} .larda, deformatsion tebranishlari xos yutilish chiziqlari 1454,33 1446,61 cm^{-1} .larda, C-O bog'ining valent tebranishlariga xos yutlish chiziqlari 1045,41 cm^{-1} va 1026,13, cm^{-1} larda kuzatilishi bilan xarakterlanadi [19].

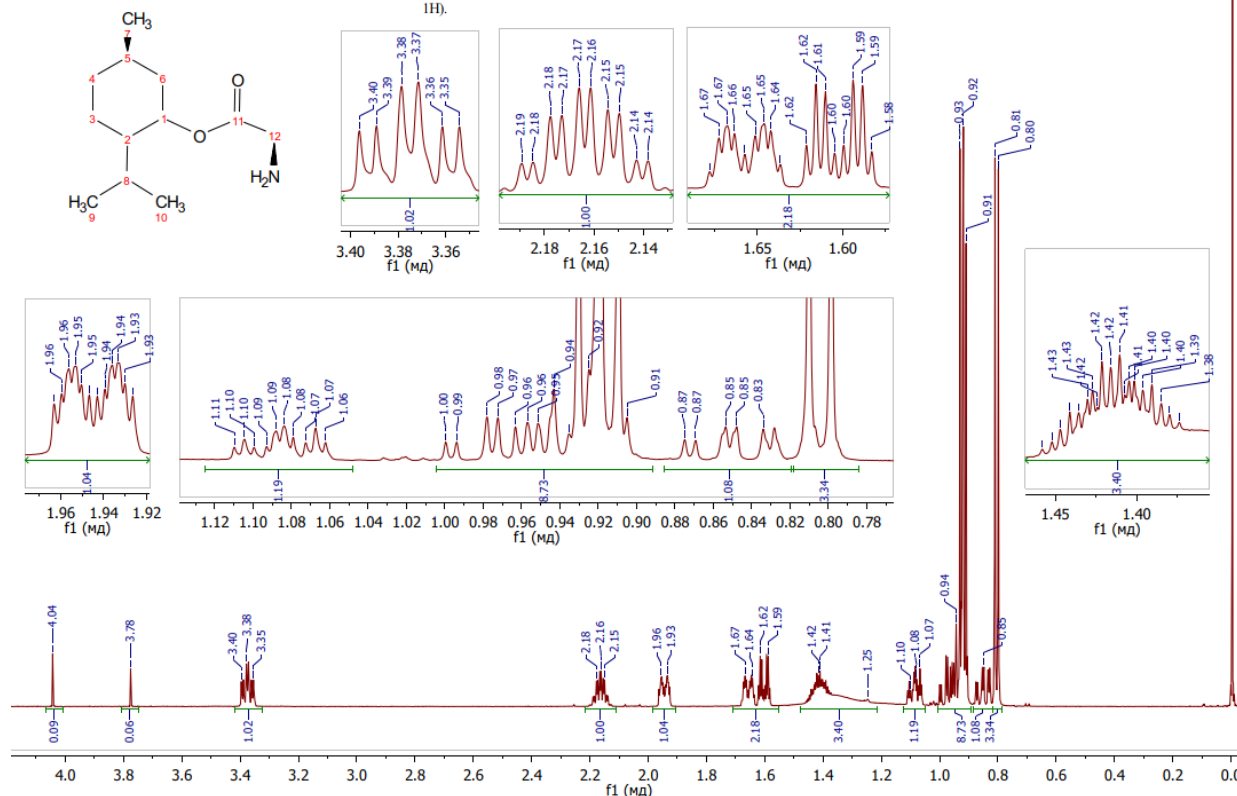
Xususan, sintez qilingan murakkab efir (III)ning IQ spektri o'rganilganda mentolning IQ spektrida 3236,55 cm^{-1} hamda 1311 cm^{-1} larda kuzatilgan OH guruhining valent va deformatsion tebranishlariga tegishli yutilish signallarining yo'qolganligi, shuningdek, 1716,64 cm^{-1} .da murakkab efir guruhi-(CO-O-)ning C=O bog'i hamda 1234 cm^{-1} .da murakkab efir guruhi-(CO-O-)ning C-O bog'iga tegishli valent tebranishlariga xos yutilish signallarining paydo bo'lishi murakkab efir bog'larining hosil bo'lganligidan dalolat bersa, spektrning yuqori energiyli sohasida 3201,83 va 3167,12 cm^{-1} .larda murakkab efir tarkibidagi NH₂ guruhining N-H bog'larining valent tebranishlariga tegishli yutilish signallarining paydo bo'lishi moddaning strukturasi to'liq mos keladi.

Moddalarning ¹H YaMR spektrlari boshlang'ich moddalar mentol hamda tegishli aminokislotalarning ¹HYaMR spektrlari bilan taqqoslangan holda o'rganildi.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

¹H_CDCl₃+CCl₄_01052025_600MHz

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-D) δ = 0.80 (d, J=7.0, 3H), 0.86 (m, 1H), 0.91 (d, J=5.5, 3H), 0.93 (d, J=5.9, 3H), 0.94 (d, J=4.8, 1H), 0.97 (m, 1H), 1.09 (ddt, J=3.1, 3.1, 10.1, 12.9, 1H), 1.41 (m, 4H), 1.60 (dq, J=3.3, 3.3, 13.1, 1H), 1.66 (dp, J=3.3, 3.3, 3.4, 3.4, 12.5, 2H), 1.94 (dtd, J=2.1, 4.1, 4.1, 12.1, 1H), 2.16 (pd, J=2.8, 7.0, 7.0, 7.0, 1H), 3.38 (td, J=4.3, 10.4, 10.5, 1H), 3.78 (s, 1H), 4.04 (s, 1H).



1-rasm. Mentolglitsinatning ¹H YaMR spektri

Jumladan, boshlang'ich modda(I)ning ¹H YaMR spektrida vodorod atomlarining quyidagi rezonans signallari kuzatiladi: mentol molekulasida tarkibidagi metil guruhlari protonlarining rezonans signallari spektrning kuchli maydon sohasida (0.81-0.95 m.u.da) C9 va C10 atomlari metil guruhlari protonlari C8 atomi protonining spin-spin ta'siri natijasida 0,93 m.u. va 0,81 m.u.da dublet ko'rinishida o'z akslarini tiopgan bo'lib, xuddi shuningdek, C7 atomining metil guruhi protonlarining 5 uglerod atomi protoni bilan spin-spin ta'sirlashuvi natijasida 0.93 m.u.da dublet ko'rinishida namoyon bo'ladi. Spekrtda kuchli maydondan kuchsiz maydonga qarab borilganda siklogansan halqasidagi va C8 uglerod atomlariga tegishli bo'lgan protonlarning ularni o'rab turgan qo'shni uglerod atomlari protonlari bilan spin-spin ta'sirlashuvlari aks etgan rezonans signallari 1,08 m.u.da C2 atomi vodorodining dublet-dublet-triplet, 1,42 m.u.da 5 uglerod atomiga tegishli vodood atomining multiptet, 1,60 m.u.da C3b-atomiga tegishli vodorod atomining dublet quartet, 1,66 m.u.da C4a-atomlari vodorodining dublet-quartet, 1,94 m.u.da C6-atomlari aksial vodorodining dublet-triplet-dublet ko'rinishidagi rezonans signallari o'z aksini topgan, Shuningdek maydonning yanada kuchliroq sohasida 2,17 m.u.da C8-atomlari protonining quartet-dublet, 3,36 m.u.da esa C1-atomlari protoning triplet-dublet ko'rinishidagi rezonans signallar aks etgan [20].

Sintez qilingan murakkab efirlar(II-V)ning ¹H YaMR spektrlari mentol molekulasiga tegishli protonlarning rezonans signallaridan tashqari aminokislota qoldig'idagi mavjud vodorod atomlariga tegishli signallarning, xususan NH₂ guruhi protonlari, CO va NH guruhlari bog'lab turgan CH-guruhi (mentilglitsinat(II))da vodorodlariga tegishli bo'lgan rezonans signallari, shuningdek aminokislota qo'ldig'idagi vodorod atomlariga tegishli rezonans signallarining paydo bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Jumladan, murakkab efir (III)ning ¹H YaMR spektrida mentol molekulasida kiruvchi vodorod atomlarining rezonans signallaridan tashqari, C13-atomlari metil guruhi vodorodlarining dublet ko'rinishidagi rezonans signallari 0,97 m.u.da, C12-atomlari vodorodiga tegishli multiptet ko'rinishidagi rezonans signallari 0,00 m.u.da, shuningdek NH₂ guruhi vodorodlariga tegishli rezonans signallari singlet ko'rinishida 3,77 va 4,04 m.u.larida da namoyon bo'ladi.

Xulosa va takliflar. Ushbu tadqiqotda ilk bor mentolning bir qator aminokislotalar (glitsin, alanin, leysin, gistidin) bilan murakkab efirlari sintez qilindi. Sintez jarayonida reaksiyon sharoitlar optimallashtirilib, yuqori unum (76–93%) bilan yangi birikmalar olingan.

Strukturaviy tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, sintez qilingan murakkab efirlarning kimyoviy tuzilishlari IQ, ¹H YaMR spektroskopiya hamda yuqori aniqlikdagi mass-spektrometriya orqali to'liq tasdiqlandi. Spektral tahlillarda OH guruhining yo'qolishi, C=O va C–O guruhlariga xos yangi tebranish signallarining paydo bo'lishi murakkab efir bog'larining hosil bo'lganligini isbotladi.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, mentol asosida aminokislotalar bilan sintez qilingan murakkab efirlar strukturaviy jihatdan to'liq o'rganilgan va yuqori tozalikka ega bo'lgan holda tavsiflangan. Bu birikmalar molekulyar xilma-xillikni kengaytirib, terpenoidlarning yangi hosilalari sifatida biologik faol moddalarning istiqbolli manbai bo'ladi.

Sintez qilingan murakkab efirlarning biologik faolligi (antibakterial, antifungal, antioksidant, yallig'lanishga qarshi va o'simlik himoya tizimiga ta'siri) in vitro va in vivo sharoitlarda o'rganilgan. Ushbu birikmalarning farmatsevtika va agrobiotexnologiya sohalarida qo'llanish imkoniyatlarini tekshirish tadqiqotlari davom etmoqda.

Adabiyotlar: ro'yxati:

1. Arimura G., Maffei M. E. Introduction to plant specialized metabolism. /Plant specialized metabolism: genomics, biochemistry and biological functions. – Boca Raton, FL, USA. 2016. – pp. 1-7.
2. Rodríguez A., San Andrés V., Cervera M., Redondo A., Alquézar B., Shimada T., Gadea J., Rodrigo M.J., Zacarías L., Palou L., López M.M., Castanera P., Pena L. Terpene down-regulation in orange reveals the role of fruit aromas in mediating interactions with insect herbivores and pathogens.// Plant Physiol., 2011. 156-P. 793-802.
3. Pamela J.R., Coats J.R. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae).// J Econ Entomol.. 1994. 87.-P.1172–1179.
4. Lu X.P., Liu J.H., Weng H., Ma Z.Q., Zhang X. Efficacy of binary combinations between methyl salicylate and carvacrol against thrips *Anaphothrips obscurus*: laboratory and field trials.// Pest Manag Sci. 2020. 76.- P. 589-596.
5. Arimura G., Matsui K., Takabayashi J. Chemical and molecular ecology of herbivore-induced plant volatiles: proximate factors and their ultimate functions. //Plant Cell Physiol., 2009. 50.-P. 911-923.
6. Sukegawa S., Shiojiri K., Higami T., Suzuki S., Arimura G. Pest management using mint volatiles to elicit resistance in soy: mechanism and application potential.// Plant J. 2018. 96.- P. 910-920.
7. Arimura G., Ozawa R., Nishioka T., Boland W., Koch T., Kühnemann F., Takabayashi J. Herbivore-induced volatiles induce the emission of ethylene in neighboring lima bean plants. //Plant J., 2002. 29.-P. 87-98.
8. Arimura G., Ozawa R., Shimoda T., Nishioka T., Boland W., Takabayashi J. Herbivory-induced volatiles elicit defence genes in lima bean leaves.// Nature, 2000. 406. –P. 512-515.
9. Shiojiri K., Ishizaki S., Ozawa R., Karban R. Airborne signals of communication in sagebrush: a pharmacological approach. – Plant Signal Behav, 2015. 10: e1095416.
10. Samarasekera R., Weerasinghe I.S., Hemalal K.P. Insecticidal activity of menthol derivatives against mosquitoes.// Pest Manag Sci., 2008. 64.- P. 290-295.
11. Nesterkina M., Kravchenko I. Synthesis and pharmacological properties of novel esters based on monoterpenoids and glycine.// Pharmaceuticals, 2017. 10: 47.
12. Shi Y., Si H., Wang P., Chen S., Shang S., Song Z., Wang Z., Liao S. Derivatization of natural compound beta-pinene enhances its in vitro antifungal activity against plant pathogens. //Molecules, 2019. – 24.
13. Arimura G., Matsui K., Takabayashi J. Chemical and molecular ecology of herbivore-induced plant volatiles: proximate factors and their ultimate functions. //Plant Cell Physiol., 2009. 50-P. 911-923.
14. Yettibaeva L.A., Abdurakhmanova U.K., Matchanov A.D., et al. Influence of glycyrrhizic acid, menthol and their supramolecular compounds on the functional activity of rat mitochondria in in-vitro experiments. //J. Korean Chem Soc., 2021. – 65(5)- P. 313-320. <https://doi.org/10.5012/jkcs.2021.65.5.309>
15. Yettibaeva L.A., Abdurakhmanova U.K., Matchanov A.D. Study of glycyrrhizic acid: menthol supramolecular complexes on mitochondrial functional activity in in-vitro experiments. – J. Korean Chem Soc., 2023. – 67(2).-P. 99-105. <https://doi.org/10.5012/jkcs.2023.67.2.99>

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

16. Kamble M., Sabale P., Dhabarde D., Sabale V., Mule A. Synthesis of amino menthol derivatives for enhanced antimicrobial and anti-inflammatory activity using in-silico design. //Res J Pharm Technol., 2024. 17(6).-P. 2669-2675. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2024.00418>
17. Takasawa S., Kimura K., Miyanaga M., Uemura T., Hachisu M., Miyagawa S., Ramadan A., Sukegawa S., Kobayashi M., Kimura S., Matsui K., Shiroishi M., Terashita K., Nishiyama C., Yashiro T., Nagata K., Higami Y., Arimura G. The powerful potential of amino acid menthyl esters for anti-inflammatory and anti-obesity therapies. //Immunology, 2024. – 173. <https://doi.org/10.1111/imm.13798>
18. Szulczyk D., Woźniński M., Koliński M., et al. Menthol- and thymol-based ciprofloxacin derivatives against Mycobacterium tuberculosis: in vitro activity, lipophilicity, and computational studies. //Sci Rep. 2023. – 13: 16328. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43708-4>
19. Mamedbeyli E.G., Ismayilova S.V., Kochetkov K.A., Gadjeva G.E., Ibragimli S.I. Synthesis and study of antimicrobial properties of chiral aminomethoxy derivatives of l-(–)-menthol based on secondary amines. – J Org Chem. 2019. – 55(11).- P. 1695–1702.
20. Klumpp D.A., Sobel R.M., Kokkinidou S.G., Osei-Badu B., Liveris Z., Klumpp R.A., Stentzel M.R. Synthesis of menthol glycinate and their potential as cooling agents.// ACS Omega, 2020. – 5(8): 4043–4049. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03624>

Mualliflar:

Yettibayeva Lolaxon Abdumalikovna - Guliston davlat universiteti, Kimyo kafedrası dotsenti (PhD), e-mail: lola1981a@mail.ru

Ergashev Abdulaziz Shovkat o'g'li - Guliston davlat universiteti doktoranti.

Turdibekova Muxlisa Zufar qizi - Guliston davlat universiteti, Kimyo yo'nalishi talabasi.

UDK 621.357.2-3.

**HISTORY OF ELECTROCHEMISTRY AND ENERGY STORAGE SYSTEMS IN UZBEKISTAN,
EXPERIENCE AND PROSPECTS OF NA-S SECONDARY BATTERIES IN THE WORLD**

**O'ZBEKISTONDA ELEKTROKIMYO VA ENERGIYA SAQLASH TIZIMLARI TARIXI, JAHONDA NA-S
IKKILAMCHI BATAREYALARI TAJRIBASI VA ISTIQBOLLARI**

**ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИИ И СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В УЗБЕКИСТАНЕ, ОПЫТ И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВТОРИЧНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ NA-S В МИРЕ**

Xakimov Farrux Shokirjonovich¹, Xamdanova Shoxida Sherzodovna², Maksumova Oyto'ra Sitdikovna³

¹Farg'ona davlat texnika universiteti, 150107. Farg'ona viloyati, Farg'ona shahri, Farg'ona ko'chasi, 86-uy

²Xalqaro oziq-ovqat texnologiyalari va muhandislik instituti, 150100. O'zbekiston, Farg'ona viloyati, Farg'ona shahri, Al Farg'oniy ko'chasi, 204-uy

³Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent sh., Shayxontoxur tumani, 100011, Navoiy ko'chasi, 32-uy

E-mail: xakimov_farrux@list.ru

Abstract. This article examines the history of electrochemical and energy storage systems in Uzbekistan, the world experience in the production of sodium-sulfur (Na-S) secondary batteries, and the results of research on this type of battery. An analysis of the literature covering the scientific work carried out by Uzbek and international scientists in the field of stationary energy storage systems, portable electronics, and rechargeable batteries for electric vehicles was conducted. Based on the decrees and forecasts for the effective use of alternative energy sources in our country and the world until 2030, the increase in demand for sodium batteries is taken into account, taking into account the increase in demand for battery types that are alternative to lithium-ion batteries. This is especially true, if the abundance of sodium salt deposits and sulfur resources in our country is taken into account. In the production of components such as cathodes, anodes and electrolytes for Na-S batteries, it is considered very important to develop measures to reduce the "shuttle" effect, that is, the flow of sulfur and/or polysulfides from the cathode to the anode, and to increase battery stability. Research

work on obtaining sodium sulfide, which is expected to be a promising cathode for Na-S batteries, is also discovered. Information is provided on the current state of batteries of this type. Measures to create a long-cycle battery for them are discussed. Information is provided on the results of experiments conducted on the localization of spare parts for batteries of this type in the conditions of Uzbekistan.

Keywords: shuttle effect, energy, battery, sodium, sulfur, waste-free technology, alternative energy sources

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekistonda elektrokimyoy va energiya saqlash tizimlari tarixi, natriy-oltingugurtli (Na-S) ikkilamchi batareyalari ishlab chiqarish bo'yicha jahon tajribasi hamda ushbu tipdagi batareyalar ustida olib borilgan tadqiqot natijalari o'rganilgan. Statsionar energiya saqlash tizimlari, portativ elektronika va elektromobillar uchun qayta zaryadlanadigan batareyalar ishlab chiqarish ilmi bo'yicha O'zbekiston hamda jahon olimlari tomonidan amalga oshirilgan ilmiy ishlarni yorituvchi adabiyotlarning tahlili amalga oshirilgan. Yurtimiz va jahonda 2030-yilgacha muqobil energiya manbalaridan unumli foydalanish bo'yicha ko'zda farmon va prognozlardan kelib chiqib, litiy ion batareyalariga alternativ bo'lgan batareya tiplariga talab oshishini inobatga olib, natriyli batareyalarga bo'lgan talabning oshishi inobatga olingan. Ayniqsa, yurtimizda natriyli tuz konlarining va oltingugurt manbalarining ko'pligini hisobga olinsa, bu ayni muddaodir. Na-S li batareyalariga katod, anod va elektrolit kabi tarkibiy qismlarni ishlab chiqarishda "shuttle" effekti, ya'ni katoddan oltingugurt va/yoki polisulfidlarning anodga oqib o'tishini kamaytirish tadbirlarini ishlab chiqish, batareya barqarorligini oshirish uchun juda muhim sanaladi. Na-S batareyalar uchun istiqbolli katod bo'lishi kutilayotgan natriy sulfidni olish bo'yicha tadqiqot ishlari ham yoritiladi. Ushbu tipdagi batareyalarning hozirgi holati haqida ma'lumotlar beriladi. Ularning uzoq sikllar davomida ishlavchi namunasini yaratish tadbirlari haqida so'z boradi. O'zbekiston sharoitida ushbu tipdagi batareyalar ehtiyot qismlarini mahalliyashtirish bo'yicha bajarilgan tajriba natijalari bo'yicha ma'lumotlar keltiriladi.

Kalit so'zlar: "shuttle" effekti, energiya, batareya, natriyli, oltingugurtli, chiqindisiz texnologiya, muqobil energiya manbalari.

Аннотация. В данной статье рассматривается история электрохимических и накопительных систем энергии в Узбекистане, мировой опыт производства натрий-серных (Na-S) вторичных батарей, результаты исследований по данному типу батарей. Проведен анализ литературы, освещающей научные работы, проводимые узбекскими и зарубежными учеными в области стационарных накопителей энергии, портативной электроники, аккумуляторных батарей для электромобилей. На основе постановлений и прогнозов по эффективному использованию альтернативных источников энергии в нашей стране и мире до 2030 года, учитывается рост спроса на натриевые батареи, с учетом увеличения спроса на типы батарей, альтернативные литий-ионным батареям. Это особенно актуально, если учесть обилие месторождений натриевых солей и ресурсов серы в нашей стране. При производстве таких компонентов, как катоды, аноды и электролиты для Na-S батарей, считается весьма важным разработать мероприятия по снижению «челночного» эффекта, то есть перетока серы и/или полисульфидов от катода к аноду, и повышению стабильности работы батарей. Также раскрыты научно-исследовательские работы по получению сульфида натрия, который, как ожидается, станет перспективным катодом для Na-S-аккумуляторов. Приведены сведения о современном состоянии аккумуляторов этого типа. Обсуждаются мероприятия по созданию для них длинноцикловой батареи. Приведены сведения о результатах проведенных экспериментов по локализации запасных частей для аккумуляторов этого типа в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: «челночный» эффект, энергия, аккумулятор, натрий, сера, безотходная технология, альтернативные источники энергии.

Kirish. O'zbekistonda elektrokimyoning rivojlanish tarixiga qarasak, ilk bor XX asrning 70-yillari Toshkent tabiiy gaz ilmiy tadqiqot instituti (СРЕДАЗНИИГАЗ) elektrotexnologiyalar laboratoriyasi mudiri lavozimida bo'lgan V. M. Baxir tomonidan 1975-yilda elektrotexnologiya laboratoriyasida elektrokimyoviy aktivlanish hodisasi kashf etilgan. U tomonidan burg'ulash suyuqligining xususiyatlarini elektrokimyoviy nazorat qilish imkonini beruvchi, burg'ilash loyini bir qutbli elektrokimyoviy ishlov berish uchun birinchi elektrokimyoviy reaktorini Qizilqum cho'lidagi (O'rta-Buloq koni) burg'ulash qurilmasida bir qutbli elektrokimyoviy ta'sir orqali burg'ulash suyuqligi parametrlarini nazorat qilish usuli birinchi marta sinovdan o'tkazgan [1]. Hozirgi kunda Soliyev R. X., Tulyaganova V. S., Valiyeva G. F. va boshqa qator olimlar elektrokeramika materiallar olish texnologiyasini yaratish bo'yicha izlanishlar olib borishmoqda [2]. Guro V. P.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

va uning shogirdlari elektrokimyoviy usulda qimmatbaho metallarni ajratib olish va qayta ishlash bo'yicha izlanishlar olib bormoqdalar [3,4].

Mamlakatimizda elektromobillar ishlab chiqarish sanoati ham keng rivojlanib bormoqda. Bu borada olib borilgan ilmiy ishlardan birida jadal rivojlanayotgan stop-start tizim haqidagi ma'lumotlar va uni samaradorligini superkondensator yordamida oshirish masalalarini ko'rib chiqqanlar. Bunda zamonaviy avtomobillarga "stop-start" texnologiyasini joriy etish zarurligi ko'rib chiqilib, ushbu tizimning samaradorligini oshirish va batareyaning ishlash muddatini uzaytirish uchun superkondensatorlardan foydalanish tavsiya etilgan. Bundan tashqari, akkumulyator ishlab chiqaruvchilar gibridlashgan superkondensatorli akkumulyatorlarni ishlab chiqish bilan birga iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkinligi ta'kidlangan [5]. O'zbekistonda elektromobillar ishlab chiqarishning imkoniyatlari, bu sohani yo'lga qo'yishdagi mavjud muammolar, kamchiliklar va ularning yechimlari, elektromobillar ishlab chiqarish bo'yicha rivojlangan mamlakatlardagi hozirgi kundagi holat, ilg'or avtokonsernlar, ularning yutuqlari va kamchiliklari tahlil qilingan. Elektromobillarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan akkumulyator batareyalari, elektrodvigatellarning afzallik va kamchiliklari ilmiy asosda tahlil qilingan va ilmiy tahlil natijalariga ko'ra elektromobillarni ishlab chiqarish yuzasidan xulosalar taqdim qilingan [6]. Ahmadjonova U. T. tomonidan litiy-ion batareya turlari va afzalligi o'rganilgan bo'lib, bugungi kunda batareyalarning ahamiyati, kelajak metali deya ta'riflanayotgan litiy-ion batareya turlari va afzalligi haqida ma'lumotlar keltirilgan [7]. Biroq ushbu batareyalarning kimyoviy tarkibi va ularni mahalliy lashtirish bo'yicha olib borilayotgan ishlar mavjud emas.

Zamonaviy dunyoning ortib borayotgan talablaridan kelib chiqib, qayta zaryadlanadigan litiy-ion batareyalari elektr transport vositalari yoki portativ elektron qurilmalarda keng qo'llanilib kelinayotgan bo'lsada, ularning energiya zichligi yangi avlod energiya saqlash tizimlarining yuqori talablarini qondira olmayapti [8].

Statsionar energiya saqlash tizimlari qayta tiklanadigan energiya manbalariga e'tibor qaratgan holda tarmoq barqarorligini oshirish uchun juda muhim sanaladi. Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan energiya ishlab chiqarishning tabiiy tebranishini buferlash uchun yaqin kelajakda statsionar energiya saqlash qurilmalariga talab keskin oshadi [9].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-sentabrdagi PF-166-sonli Farmoni bilan tasdiqlangan 2023-2030-yillarga mo'ljallangan elektr energiyasining ulgurji va chakana bozori mexanizmlariga bosqichma-bosqich o'tish konsepsiyasini 2023-2024-yillarda amalga oshirish bo'yicha "Yo'l xaritasi" 2-ilovasida qayta tiklanuvchi energiya manbalari ishlab chiqarish quvvatlarini elektr tarmoqqa integratsiya qilish doirasida batareya energiya saqlash tizimlari quvvatini 500 MVt ga yetkazish ko'zda tutilgan [10].

Jahonning joriy bozor hisobotlari 2030-yilgacha batareya quvvati ishlab chiqarishning umumiy yillik hajmini o'n baravar oshirishni prognoz qilmoqda [11]. Litiy-ionli batareyalar (LIB) zamonaviy texnologiya sifatida bu ortib borayotgan talabni qondira olmasligi mumkin, chunki ushbu batareyalar uchun litiy, nikel va kobalt kabi nodir elementlar kerak bo'ladi [12]. Bundan tashqari, ularning aksariyati dunyoning siyosiy jihatdan beqaror mintaqalaridan keladi, bu esa xomashyo yetkazib berishda tanqislik ehtimolini oshiradi va shu bilan xarajatlarni ko'paytiradi. Ayniqsa, kobalt o'zining geosiyosiy beqaror qazib olinadigan hududlarda mavjudligi bilan ancha muammolikdir, shuningdek, muhim element bo'lgan litiy qazib olish jarayonida uning narxлари o'zgarishi va ekologik muammolar kabi to'siqlarga ko'p duch kelinmoqda.

Tez rivojlanayotgan elektromobil bozori LIBlarga bo'lgan katta talabga sabab bo'lmoqda va bu mavjud resurslarning yuqori foizini egallamoqda. Shunday qilib, natriy-oltingugurt (Na-S) batareyasi kabi istiqbolli nomzod bo'lgan boshqa batareya elementi tushunchalarini o'rganishni talab qilmoqda. Har ikki element, natriy hamda oltingugurt dunyoda mo'lligi tufayli juda narxлари arzon, ammo mos ravishda 1166 va 1672 mAh g⁻¹ qiymatlardagi yuqori nazariy quvvatlarni o'z ichiga oladilar [13]. O'zbekistonda ham qayta ishlanayotgan neft yuqori miqdorda oltingugurt tutganligini va natriy tuzlari zahiralarining ko'pligi ham bizga ma'lum. Shuning uchun ushbu yo'nalishda olib borilgan ilmiy ishlar o'rganib chiqildi va tadqiqot tajriba ishlari uchun ushbu tipdagi batareya elementi ishlab chiqarish sohasidagi tadqiqotlar tanlab olindi.

Yuqori haroratli Na-S batareyasi allaqachon 1980-yillardan beri sotuvda mavjuddir [14]. Ushbu kontsepsiyaga ko'ra natriy va oltingugurtning faol elementlari erigan holatda bo'ladi, biroq ajratib turuvchi elektrolitlar qattiq agregat holatdaligi bilan ajralib turadi.

Biroq, bu holatlar e'tiborsiz qoldirib bo'lmaydigan xavf-xatarlarga va yuqori ekpluatatsiya xarajatlarga olib keladi. Ushbu texnologiyaning yana bir kamchiligi oltingugurtning nazariy imkoniyatlaridan past darajada foydalanishdir, chunki elektrodلarni erigan holatda saqlab turilishi kerak bo'ladi. Ushbu qiyinchiliklarni

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

bartaraf etish uchun xona haroratida ishlovchi (RT) Na-S batareyalarini ishlab chiquvchi olimlar ushbu sohada ko'plab tadqiqotlarni amalga oshirmoqdalar. Shunga qaramay, adabiyotlarda keltirilgan natijalar amaliy batareya tizimlarini yaratish uchun yengib o'tilishi kerak bo'lgan RT Na-S batareyalarining turli kamchiliklarini ko'rsatadi. Bular, asosan, past siklik hayoti, past solishtirma sig'imi va yetarli darajada bo'lmagan kulon samaradorligi (CE) bo'lib, natriy metall anodining yuqori reaktivligi, quvvatlash va quvvatsizlash jarayonlarida katta hajmiy o'zgarishlari va kuchli polisulfid tashilishi effekti (shuttle effect) bilan bog'liq [15,16].

Ilk tadqiqotchilar guruhlaridan tomonidan yuqorida aytib o'tilgan muammolarni hal qilish uchun yangi elektrolitlar [17], qatlamlararo yoki separator qoplamalarining ishlab chiqilishi [18-20] hamda turli xil katod dizayni va yangi anod tarkibi orqali turli yaxshilanishlar amalga oshirilishi kabi kontseptsiyalaridan foydalanilgan. Ushbu mavjud yechimlarning qisqacha mazmuni yana bir adabiyotda keltirilgan [21]. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etishning yana bir imkoniyati – natriy metall anod o'rniga oldindan natriylashtirilgan qattiq uglerod (QU) anodidan foydalanishdir. Ma'lumki, uglerodli anodlar metal asosli anodlarga qaraganda xavfsizroqdir, bu ularni keyingi avlod barcha statsionar energiya saqlash qurilmalarida qo'llash uchun muhim omil bo'lib xizmat qiladi [22, 23]. QU natriy uchun kvazi-interkalatsiya materiali bo'lib xizmat qiladi, buning natijasida anodning hajm o'zgarishlari anchagina kamayadi. Shuning uchun QU elektrodi yuzasida polisulfid tashilish reaksiyasini oldini oluvchi barqaror qattiq elektrolitlar interfazasi (QEI) birlamchi natriylashtirish bosqichida hosil qilinishi mumkin [23]. QEI odatda elektrolitlar tuzi qoldiqlaridan hosil bo'lib, ular ion o'tkazuvchan, ammo anoddagi elektronlar bilan polisulfidlarning ta'sirlashishini oldini olish uchun elektronlarni izolyatsiyalash xususiyatiga ega [24].

Yaqinda chop etilgan natijalardan birlamchi natriylangan QU anodiga asoslangan 1000 sikldan ortiq barqaror ishlovchi cho'ntaksimon XH Na-S batareya elementi olinganini bilishimiz mumkin [22]. Biroq QU anodining birlamchi natriylash bosqichida boshqa bir batareya elementidagi elektrokimyoviy ishlov berish jarayoni tufayli ushbu usulni ishlab chiqarishga olib chiqish mashaqqatli hisoblanib, ko'p vaqt talab qiladi va qimmatga tushadi. Birlamchi natriylashtirish yo'l qo'ymaslik uchun batareya elementi ichiga ikkala faol modda - Na va S larning komponentlarini o'z ichiga oladigan katod kerak bo'ladi. Har ikki materialni qo'llashning eng oson yo'li Na-S to'liq batareya elementini dastlabki zaryadlash paytida hosil qilinuvchi, asosiy zaryadsizlanish mahsuloti bo'lgan Na₂S ni o'z ichiga olgan katodni yaratishdir. Buning uchun bir qator talablarga rioya qilish kerak.

Birinchidan, katoddagi izolyatsion Na₂S dan foydalanish uchun uglerod kabi o'tkazuvchan material bilan yaxshi elektron almashinuvini talab qiladi. Birinchi talabni amalga oshirilishi uchun Na₂S zarralari imkon qadar kichik bo'lishi va ortiqcha potentsialdan qochish uchun uglerodda yaxshi tarqalgan bo'lishi kerak. Ikkala talabga ham javob beradigan, Na₂S ishlab chiqarish jarayonidan olingan, ortiqcha uglerodda amalga oshiriladigan Na₂SO₄ ning Na₂S ga karbotermik qaytarilishi Li-S batareyasini tadqiq qilish uchun ilgariroq e'lon qilingan istiqbolli yondashuvlardandir [25-27]. Ushbu tadqiqotda karbotermik qaytarilish erishi natijasida zarrachalar aglomeratsiyasini oldini olish uchun Na₂SO₄ (Tm = 888 °C) va Na₂S (Tm = 1180 °C) larning erish haroratlariidan pastroq haroratda amalga oshiriladi.

Na₂SO₄ xomashyosining kichik zarralaridan foydalanib, karbotermik reaksiya jarayonida undan ham kichikroq Na₂S zarralarining hosil bo'lishi va uglerod matrisasi bilan yaxshi ta'sirlashishi kutiladi. Ushbu hosil bo'lgan katod materiallarini baholash uchun to'liq batareya ishlashi orqali boshqa batareya komponentlarining katod tadqiqotiga ta'sirini minimallashtirish uchun barqaror batareya qurilmasidan foydalanish kerak. Adabiyotlarda Na₂S katodlarini baholash uchun tasvirlangan batareya elementi kompozitsiyalari odatda yuqorida aytib o'tilganidek, barqaror bo'lmagan Na-metall anodidan foydalaniladi [20, 28-30].

Vang va boshqalar dastlabki quvvati 550 mAh g_q⁻¹ bo'lgan 50 sikldan ortiq ishlaydigan Sn qo'shilgan uglerod anodidan foydalangan holda Na₂S asosidagi katodli birinchi XH Na-S to'liq batareya elementini namoyish etdi [20]. Shunga qaramay, ularning batareya elementlarining sig'imini saqlanishi 90% dan oshmasligi kerak. Oldindan natriylangan anod yordamida avvaldan shakllantirilgan QEI bilan QU anoddan foydalangan holda barqaror to'liq batareya elementi tizimlariga yangi yondashuvni ifodalandi. Ushbu kontseptsiya barqaror batareya elementi qurilmasida to'liq batareya elementi ishlashi uchun eng yaxshi katod materialini tanlash uchun zarurdir. Shuningdek, QU anodlari va Na₂S/C katodlari asosidagi to'liq batareya elementlar uchun in situ (joyidagi) QEI shakllanishi konsepsiyasini tasvirlandi. Ushbu bosqichda ishlab chiqilgan Na₂S/C katodlari bilan to'liq batareya elementlardagi tashilishning oldini olish, QU anodida QEIning in situ shakllanishiga erishish juda muhimdir. Natriylashdan oldingi bosqich odatda moslashuvchan QEI hosil

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

bo'lishini qo'llab-quvvatlovchi karbonat asosidagi elektrolitda bajarilganligi sababli, to'liq batareya elementi elektrolitida QEI shakllanishiga yordam berish uchun karbonatli qo'ndirmani namoyish etildi. Shunday qilib, ushbu g'oya birinchi zaryadlash paytida iste'mol qilinadigan karbonat qo'ndirmasining ma'lum bir qismidan foydalangan holda QEIni in situ shakllantirishdan iborat bo'lgan. Vizintin va boshqalarning maxsus zaryadlash dasturini batareya kimyosiga moslashtirish orqali polisulfidlar bilan yon reaksiya va faol moddaning yo'qolishi karbonat qo'shimchasi bilan samarali kamaytirilishi mumkin. Ushbu konsepsiya bilan ushbu ishda QU-ni oldindan natriylash zaruratisiz toza QU anodlari va Na₂S/C katodiga asoslangan XH Na-S batareyalarining maqsadga muvofiqligini muvaffaqiyatli namoyish eta olindi [22, 23]. Batareya elementining birinchi zaryadlash bosqichida QEI hosil bo'lishi uchun qiyinchilik katolitga tarqaladigan va karbonatlar bilan qaytarilmas reaksiyaga kirishadigan rivojlanayotgan polisulfidlardan kelib chiqishi aniqlandi [31]. Bu faol moddiy yo'qotishga olib keladi va buning oldi olinishi kerak bo'ladi. Vizintin va boshqalar maxsus zaryadlash dasturi yordamida batareya elementining birinchi zaryadlash bosqichida polisulfidlarning rivojlanishini bostirish tartibini tasvirlab berdilar [32].

Bir guruh nemis olimlari nanostrukturali Na₂S/C katod bilan birgalikda toza qattiq uglerod (QU) anodiga asoslangan xona haroratida ishlovchi natriy-oltingugurt (RT Na-S)li sinov batareyasini ishlab chiqishdi. QU anodining ko'p vaqt talab qiluvchi va qimmat bo'lgan birlamchi natriylashtirish bosqichisiz batareyalarni ishlab chiqish amalda tegishli RT Na-S prototip batareyalarini amalga oshirish uchun juda muhimdir. Har xil haroratlarda (660 dan 1060 °C gacha) Na₂SO₄ ni karbotermik qaytarish usulidan foydalangan holda Na₂S/C katodini ishlab chiqarish uchun yangi yondashuvlar taqdim etilgan. Olingan katodlarni qo'llanilayotgan batareyaga qo'llab olingan dastlabki baholash 36 barqaror siklni va 740 mAh g_q⁻¹ sig'imini namoyish etgan, bu Na₂S asosidagi batareyalardagi adabiyotlardan ma'lum bo'lgan maksimal qiymatining ~85% ga mos keladi. Ushbu eng yuqori quvvatga ega Na₂S/C katodi toza QU anodidan ishtirokidagi to'liq batareya elementida qo'llab ko'rigan. Ftoroetilen karbonat (FEC) qo'ndirmasi bo'lgan turli xil to'liq batareya elementida elektrolitlar kompozitsiyalari yuqori aylanish barqarorligini va katoddan foydalanishni oshirish uchun birinchi siklda QU anodida qattiq elektrolit interfazasi (QEI) shakllanishiga olib keluvchi maxsus zaryadlash jarayoni olib borilgan. Eng yaxshi ishlaydigan batareya elementi qurilmasi namunalari jami 350 mAh g_q⁻¹ energiya sig'imiga ega bo'ldi, bu bugungi kunda Na₂S/C katod va toza QU anodiga asoslangan birinchi funksional to'liq batareya elementi hisoblanadi [33]. Natriy sulfidining olinishi va uni batareyaning katod materiali sifatida ishlatish boshqa bir necha guruh olimlar tomonidan ham amalga oshirilgan [34, 35].

Xulosa. Ko'rinadiki, Na-S li batareyalar ilmi bo'yicha jahonda olimlar tomonidan ko'plab ishlar amalga oshirilgan. Biroq, hali-hanuz uzoq muddat energetik quvvatini o'zgartirmay, stabil ishlovchi energiyani saqlash manbalarini sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun iqtisodiy samarador bo'lgan prototip yaratilgani yo'q. O'zbekiston sharoitida ikkilamchi batareyalar ishlab chiqarish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarimizda Na-S tuzlarini neft-gazni qayta ishlash zavodlarining oltingugurt-ishqoriy kanalizatsiya suyuqligidan olindi [36]. Ekologiyaga zarar keltiruvchi va suv manbalarini zaharlantiruvchi ushbu tuzning ajratib olinishi va foydali maqsadda ishlatilishi ushbu tadqiqot ishining amaliy va ilmiy dolzarbligini tashkil etadi. Shuningdek, sintez qilib olingan poli(akrilonitril-so-metil akrilat) [37] sopolimeriga yuttirilgan natriy perxlorat tuzi [38] dan tarkib topgan elektrolit ushbu batareyaning uzoq muddat va xavfsiz ishlashini ta'minlab beradi. Olingan natijalarga ko'ra 1000 sikl ishlab, mos ravishda 2343.97 mA*soat/g va 1640,66 mVt*soat zaryadsizlanish solishtirma sig'imi va quvvatiga ega bo'lgan katod materiali va ushbu katod materiliga mos bo'lgan gel elektrolit tutgan, 0.7-1.7 V kuchlanishlar oralig'ida ishlovchi batareya elementi yaratildi. Ushbu natija, kelajakda ushbu tipdagi batareyalarning tannarxini yanada pasaytirishga va ishlab chiqarishga joriy qilishga yanada turtki bo'ladi.

References:

1. <https://bakhir.ru/history/face/> [accessed: 2025 yil 11-iyun]
2. Soliyev X. R., Valiyeva F. G. Mineral xomashyolar va sanoat chiqindisi asosida kompozision elektrokeramika materiallarining olish texnologiyasini yaratish // Qurilish va ta'lim ilmiy jurnali, Namangan muhandislik-qurilish instituti, ISSN 2181-3779, -B. 10-16 (in Uzbek)
3. Ruziyev U.N. and others. Tekhnologiya elektrokhimicheskoy pererabotki otkhodov splavov vol'framreniy i molibdenreniy // Universum: khimiya i biologiya : Elektron. nauchn. zhurn., 2022. 10(100). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14302> (in Russian)

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

4. Ashirov A.B., Guro V.P., Rasulova S.N. Pererabotka metallicheskih otkhodov molibdena v elektrolitakh na osnove yedkogo kali i ammiaka // Universum: khimiya i biologiya : elektron. nauchn. zhurn. 2023. 11(113). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16112> (in Russian)
5. Makhmudov G., Abdurakhimov L. Superkondensator yordamida stop-start tizimayning samaradorligini poteryat': superkondensator yordamida stop-start tizimayning samaradorligini poteryat' // Resursosberegayushchiye tekhnologii na transporte, 2022. izvlecheno s <https://transport-research.uz/index.php/rs-conf/article/view/126> [accessed: 11 June 2025], –B. 540–543 (in Uzbek)
6. Otanazarov M.M. O'zbekistonda elektromobillar ishlab chiqarishni rivojlantirish tamoyillari // «Ekonomika i sotsium», 2023. №2(105) –B.252-260 (in Uzbek)
7. Ahmadjonova U.T. Litiy-ion batareya turlari va afzalligi // Экономика и социум. 2024. №4-2 (119). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/litiy-ion-batareya-turlari-va-afzalligi> (дата обращения: 19.09.2025). (in Uzbek)
8. J.B. Goodenough, Y. Kim. Challenges for rechargeable Li batteries // Chem. Mater., 2010. 22 (3), -P. 587–603, <https://doi.org/10.1021/cm901452z>.
9. P. Buchholz, T. Brandenburg. Demand, supply, and price trends for mineral raw materials relevant to the renewable energy transition wind energy, solar photovoltaic energy, and energy storage // Chem. Ing. Tech., 2018, 90, -P.141-153, <https://doi.org/10.1002/cite.201700098>.
10. <https://lex.uz/docs/-6624455> 28.09.2023 yildagi PF-166-sonli O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. [accessed: 2025 yil 11-iyun]
11. Roskill Information Services Ltd., Lithium-Ion Batteries. Outlook to 2028, Roskill Information Services Ltd., London, 2019. -P.1-2.
12. H. U. Sverdrup, Modelling global extraction, supply, price and depletion of the extractable geological resources with the LITHIUM model // Resour., Conserv. Recycl. 2016, 114, -P.112-119, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.07.002>.
13. X. Ji, K. T. Lee, L. F. Nazar, A highly ordered nanostructured carbon–sulphur cathode for lithium–sulphur batteries // Nat. Mater. 2009, 8, -P.500-506, <https://doi.org/10.1038/nmat2460>.
14. Z. Wen, J. Cao, Z. Gu, X. Xu, F. Zhang, Z. Lin, Research on sodium sulfur battery for energy storage // Solid State Ionics. 2008, 179, -P.1697-1701, DOI: [10.1016/j.ssi.2008.01.070](https://doi.org/10.1016/j.ssi.2008.01.070)
15. P. Adelhelm, P. Hartmann, C. L. Bender, M. Busche, C. Eufinger, J. Janek, Beilstein, From lithium to sodium: cell chemistry of room temperature sodium-air and sodium-sulfur batteries // J. Nanotechnol. 2015, 6, -P.1016-1055, <https://doi.org/10.3762/bjnano.6.105>.
16. H. Ryu, T. Kim, K. Kim, J.-H. Ahn, T. Nam, G. Wang, H.-J. Ahn, Discharge reaction mechanism of room-temperature sodium–sulfur battery with tetra ethylene glycol dimethyl ether liquid electrolyte // J. Power Sources 2011, 196, -P.5186-5190, <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2011.01.109>.
17. X. Xu, D. Zhou, X. Qin, K. Lin, F. Kang, B. Li, D. Shanmukaraj, T. Rojo, M. Armand, G. Wang, A room-temperature sodium-sulfur battery with high capacity and stable cycling performance // Nat. Commun. 2018, 9, -P.3870-3872, <https://doi.org/10.1038/s41467-018>.
18. E. Ceylan Cengiz, Z. Erdol, B. Sakar, A. Aslan, A. Ata, O. Ozturk, R. Demir-Cakan, Investigation of the Effect of Using Al₂O₃–Nafion Barrier on Room-Temperature Na–S Batteries // J. Phys. Chem. C 2017, 121, -P.15120-15126, DOI: [10.1021/acs.jpcc.7b04711](https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b04711).
19. I. Bauer, M. Kohl, H. Althues, S. Kaskel, Shuttle suppression in room temperature sodium–sulfur batteries using ion selective polymer membranes // Chem. Commun. 2014, 50, -P. 3208-3210, <https://doi.org/10.1039/C4CC00161C>.
20. X. Yu, A. Manthiram, Highly Reversible Room-Temperature Sulfur/Long-Chain Sodium Polysulfide Batteries // J. Phys. Chem. Lett. 2014, 5, -P.1943-1947, <https://doi.org/10.1021/jz500848x>.
21. Y.-X. Wang, B. Zhang, W. Lai, Y. Xu, S.-L. Chou, H.-K. Liu, S.-X. Dou, Room-Temperature Sodium-Sulfur Batteries: A Comprehensive Review on Research Progress and Cell Chemistry // Adv. Energy Mater. 2017, 7, 1602829, -P.1-17, <https://doi.org/10.1002/aenm.201602829>.
22. J. Pampel, S. Dörfler, H. Althues, S. Kaskel, Designing room temperature sodium sulfur batteries with long cycle-life at pouch cell level // Energy Storage Mater. 2019, 21, -P.41-49, <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2019.05.035>.

23. M. Kohl, F. Borrmann, H. Althues, S. Kaskel, Hard Carbon Anodes and Novel Electrolytes for Long-Cycle-Life Room Temperature Sodium-Sulfur Full Cell Batteries // Adv. Energy Mater. 2016, 6, 1502185, -P.1-11, <https://doi.org/10.1002/aenm.201502185>.
24. D. Aurbach, E. Pollak, R. Elazari, G. Salitra, C. S. Kelley, J. Affinito, On the Surface Chemical Aspects of Very High Energy Density, Rechargeable Li-Sulfur Batteries // J. Electrochem. Soc. 2009, 156, -P.A694-A695, DOI: [10.1149/1.3148721](https://doi.org/10.1149/1.3148721).
25. M. Kohl, J. Brückner, I. Bauer, H. Althues, S. Kaskel, Synthesis of highly electrochemically active Li₂S nanoparticles for lithium-sulfur-batteries // J. Mater. Chem. A 2015, 3, -P.16307-16312, DOI: <https://doi.org/10.1039/C5TA04504E>.
26. R. Wartena, J. Winnick, P. H. Pfromm, Recycling Kraft Pulping Chemicals with Molten Salt Electrolysis // J. Electrochem. Soc. 2002, 149, -P.D125-D131, DOI: [10.1149/1.1495907](https://doi.org/10.1149/1.1495907).
27. J. H. Cameron, T. M. Grace, SULFATE REDUCTION WITH CARBON IS STRONGLY INFLUENCED BY BED SURFACE TEMPERATURE // Tappi 1982, 65, -p. 84
28. X. Yu, A. Manthiram, Room-Temperature Sodium-Sulfur Batteries with Liquid-Phase Sodium Polysulfide Catholytes and Binder-Free Multiwall Carbon Nanotube Fabric Electrodes // J. Phys. Chem. C 2014, 118, -P.22952-22959, <https://doi.org/10.1021/jp507655u>
29. X. Yu, A. Manthiram, Performance Enhancement and Mechanistic Studies of Room-Temperature Sodium-Sulfur Batteries with a Carbon-Coated Functional Nafion Separator and a Na₂S/Activated Carbon Nanofiber Cathode // Chem. Mater. 2016, 28, -P.896-905, [10.1021/acs.chemmater.5b04588](https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.5b04588)
30. X. Yu, A. Manthiram, Na₂S-Carbon Nanotube Fabric Electrodes for Room-Temperature Sodium-Sulfur Batteries // Chem. Eur. J. 2015, 21, -P.4233-4237, <https://doi.org/10.1002/chem.201405344>
31. H. Che, S. Chen, Y. Xie, H. Wang, K. Amine, X.-Z. Liao, Z.-F. Ma, Electrolyte design strategies and research progress for room-temperature sodium-ion batteries // Energy Environ. Sci. 2017, 10, -P.1075-1101, DOI: [10.1039/C7EE00524E](https://doi.org/10.1039/C7EE00524E)
32. A. Vizintin, L. Chabanne, E. Tchernychova, I. Arc'con, L. Stievano, G. Aquilanti, M. Antonietti, T.-P. Feller, R. Dominko, The mechanism of Li₂S activation in lithium-sulfur batteries: can we avoid the polysulfide formation? // J. Power Sources 2017, 344, -P.208-217, <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.01.112>.
33. Luise Maria Bloi, Jonas Pampel, Susanne Dörfler, Holger Althues, and Stefan Kaskel, Sodium Sulfide Cathodes Superseding Hard Carbon Pre-sodiation for the Production and Operation of Sodium-Sulfur Batteries at Room Temperature // Adv. Energy Mater. 2020, 10, 1903245, DOI: [10.1002/aenm.201903245](https://doi.org/10.1002/aenm.201903245) – P.1-8, DOI: [10.1002/aenm.201903245](https://doi.org/10.1002/aenm.201903245)
34. Rebecca D. McAuliffe et al. Synthesis of Model Sodium Sulfide Films // J. Vac. Sci. Technol. A 39, 053404. 2021, DOI: [10.1116/6.0001069](https://doi.org/10.1116/6.0001069), -P.1-28
35. El-Shinawi, H., Cussen, E. J. and Corr, S. A. (2018) Selective and facile synthesis of sodium sulfide and sodium disulfide polymorphs // Inorganic Chemistry, 57(13), -P. 7499-7502, DOI: [10.1021/acs.inorgchem.8b00776](https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.8b00776).
36. F.Sh. Xakimov, Sh.Sh. Xamdamova, O.S. Maksumova, S.R. Mirsalimova, Neft-gazni qayta ishlash korxonalaridan chiqayotgan oltingugurt-ishqoriy kanalizatsiya suvini tozalash // O'zbekiston neft va gaz ilmiy-texnika jurnali. 2025, 1, -B.78-96 (in Uzbek)
37. Khakimov Farrukh, method for preliminary determination of the composition of copolymers for the synthesis of electrolytes based on acrylic polymers // Universum: химия и биология, 2022. (10-3 (100)), - P.32-34.
38. Khakimov F. S., & Xamdamova S. S. LOCAL ELECTROLYTE FROM DEFOLIANT-DESICCANT // Materialy mezhdunar. nauch. konf. «Aktual'nyye materialy izgotovleniya nauki», - Nukus, 2023. –P.317-320

Mualliflar:

Farrux Shokirjonovich Xakimov – Farg'ona davlat texnika universiteti, Kimyo muhandisligi kafedrası, DSc doktoranti, Neft va neft-gazni qayta ishlash kafedrası katta o'qituvchisi, t.f.f.d; *E-mail:* xakimov_farrux@list.ru
Shoxida Sherzodovna Xamdamova – Xalqaro oziq-ovqat texnologiyalari va muhandislik instituti ilmiy ishlar bo'yicha prorektori, t.f.d.; *E-mail:* hamdamova79@list.ru

Oyto'ra Sitdikovna Maksumova – Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Asosiy organik sintez kafedrası professori, k.f.f.d.; *E-mail:* omaksumovas@mail.ru

Texnika fanlari

UDK 677.21.021.152

DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF CLEANING DUST COLLECTORS IN COTTON CLEANING EQUIPMENT

PAXTA TOZALASH USKUNALARIDA CHANG USHLAGICHLARNI TOZALASH SAMARADORLIGI
ANIQLASH

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ В
ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Xodjiyev Muxsin Tadjiyevich¹, Turdiboyev Dilshod Hamidovich¹, Alimov Orif Nematovich²

¹Guliston davlat universiteti, 120100, Sirdaryo viloyati, Guliston shahri, 4-mavze.

²Jizzax politexnika instituti, 130100, Jizzax viloyati, Jizzax shahri, Islom Karimov shoh ko'chasi, 4.

E-mail: m.xojiyev@titli.uz

Abstract. The article discusses the mathematical foundation of the relationship between the dust particles entering the cotton cleaning equipment and the dust masses released into the atmosphere, as well as the efficiency of dust collection devices. Furthermore, the article presents several methods for determining the dust concentration released into the atmosphere from cotton cleaning factories (calorimetric, nephelometric, titrimetric, indicator, optical, electrical, and standard or gravimetric methods), along with the mathematical basis for evaluating their efficiency. It is explained that if the air entering the dust collector tube is inclined at an angle $\alpha = 20^\circ$ relative to the horizontal, the dust concentration released into the atmosphere increases by 40-60%. As a result, the number of rotations of dust particles increases, and the degree of friction of the dust particles against the walls of the dust collector also increases. These points are elaborated in the article.

Keywords: dust collector, optical, gravimetric, concentration, separator, filter, organic waste, fibrous waste, static pressure, comparative surface, dust stickiness.

Annotatsiya. Maqolada paxta tozalash uskunalariga kirayotgan changli chiqindilar va atmosferaga chiqayotgan chang massalarining o'zaro bog'liqligi hamda chang tozalash uskunasi samaradorligini aniqlashning matematik asosi yoritilgan. Bundan tashqari, maqolada paxta tozalash korxonalaridan atmosferaga chiqayotgan chang konsentratsiyasini aniqlashning bir necha usullari (kalorimetrik, nefelometrik, titrometrik, indikatsion, optik, elektr hamda standart yoki gravimetrik va boshqa) va ularning samaradorligini aniqlashning matematik asoslari yoritilgan. Agar chang ushlagichga kirayotgan havo trubasi gorizontalga nisbatan $\alpha=20^\circ$ bo'lsa, atmosferaga chiqayotgan chang konsentratsiyasi nisbatan 40-60% ortishi va buning natijasida chang zarrachasini aylanishlar soni ortib borishi hamda chang zarrachalarining chang ushlagichlar devori bo'yicha ishqalanish darajasining ortishi bo'yicha fikrlar bayon qilingan.

Kalit so'zlar: chang ushlagich, optik, gravimetrik, konsentratsiya, separator, filtr, organik chiqindi, tolali chiqindi, statik bosim, solishtirma yuza, changni yopishqoqligi.

Аннотация. В статье рассматривается математическое обоснование взаимосвязи между пылевыми загрязнениями, попадающими в устройства очистки хлопка, и пылевыми массами, которые выбрасываются в атмосферу, а также эффективность пылеулавливающих установок. Кроме того, в статье изложены различные методы определения концентрации пыли, выбрасываемой из хлопкопрядильных предприятий в атмосферу (калориметрический, нефелометрический, титриметрический, индикаторный, оптический, электрический и стандартный или гравиметрический), а также математические основы оценки их эффективности. В случае, если воздух, поступающий в пылеулавливатель, имеет угол наклона к горизонту $\alpha = 20^\circ$, концентрация пыли, выбрасываемой в

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

атмосферу, увеличивается на 40-60%, что приводит к увеличению количества вращений пылевых частиц и повышению степени их трения о стены пылеулавливателя. Эти моменты подробно рассматриваются в статье.

Ключевые слова: пылеуловитель, оптический, гравиметрический, концентрация, сепаратор, фильтр, органические отходы, волокнистые отходы, статическое давление, сравнительная поверхность, липкость пыли.

Kirish. Ma'lumki, bugungi kunda, respublikamizda ishlab chiqarish hajmining asosiy qismini paxta tozalash sanoatlari tashkil etadi. Hozirgi kunda paxta tozalash sanoati korxonalarida oldida ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini jahon andozalariga mos keladigan me'yorda ta'minlash dolzarb muammodir. Ushbu muammoni hal etish yo'lida keyingi yillarda paxta sanoati korxonalarida muvofiqlashtirilgan texnologik talablarga javob beradigan yangidan yangi paxtani dastlabki ishlash jihozlari va texnologiyasi joriy etilmoqda. Bundan tashqari, paxta tozalash uskunalarida chang ushlagichlarni tozalash samaradorligini aniqlash usullarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Yaratilayotgan texnologik uskunalarni ekspluatatsiya qilish jarayonida ishlov berilayotgan paxtaning sanoat navlari hamda sinfiga qarab, turli miqdorda chiqindilar hamda changli zarralar ajralib chiqadi. Ularni samarali tozalash atrof-muhitni muhofaza qilibgina qolmay, balki ekologiyani saqlashga ijobiy ta'sir qiladi. Keyingi yillarda qarama-qarshi oqimli chang tutgichlar (VZP) paxta tozalash sanoati korxonalaridan chiqib ketayotganligiga qaramay, ular boshqa chang ushlagichlarga nisbatan havoni samaraliroq tozalashi bilan ajralib turadi. Sanoatdan chiqib ketishiga sabab unda ma'lum vaqtdan so'ng tiqilish hosil bo'lishidadir.

Paxta tozalash korxonalarida ishlatilayotgan chang ushlagichlarni tozalash samaradorligini aniqlash uchun chang ushlagichdan chiqayotgan chiqindilar miqdorini aniqlash muhim hisoblanadi. Chang ushlagichlarga kirayotgan chang tarkibida har xil chiqindilar mavjud bo'lib, ular organik, mineral va tolali chiqindilardir. Chang ushlagichning tozalash samaradorligini aniqlash uchun kelayotgan changning morfologik o'ziga xosligi, shakli, changning kimyoviy tarkibi, zichligi, solishtirma yuzasi, changni yopishqoqligi va to'kiluvchanligi, sochiluvchanligi, gigroskoplighi va ho'llanishi xususiyatlarini bilish zarurdir. Bu xususiyatlarni chang ushlagich samaradorligiga ta'siri bo'yicha hozirgacha nazariy va amaliy izlanishlar olib borilmaganligini ko'rish mumkin.

Tadqiqot obyekti va qo'llanilgan metodlar

Paxta tozalash uskunasi ishlab chiqarish texnologiyasida tozalash samaradorligini o'rganishni tahlil qilish jarayonida paxta bo'lagi nuqta sifatida qabul qilinib, paxta bo'lagi massasining fizik xususiyatlari va geometrik o'lchamlari e'tiborga olinmaydi. Ushbu jarayonni yetakchi olimlar, jumladan, S.X.Qodirxo'jayev, X.A.Ziyayev hamda R.Murodovlarning ilmiy ishlarida o'z ifodasini topgan [7]. V.G.Rakipov va R.K.Djamolovlar mayda iflosliklarni hamda chigitlardan tozalash qurilmasi ishlab chiqish bo'yicha bajarilgan tajriba natijalari bo'yicha tadqiqotlar olib borgan [8]. X.A. Ziyoev va boshqalar paxta tozalash zavodlarida atmosfera chiqindilarini tozalash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqqan. M.S.Gapparova esa, sanoat korxonalaridan chiqayotgan changli chiqindilardan atmosfera havosini ifloslanishini oldini olish bo'yicha tadqiqotlar olib borgan.

Yuqoridagi keltirilgan tadqiqotlar mazmuni bilan tanishib chiqib, paxta tozalash uskunalari chang ushlagichlarni tozalash samaradorligini aniqlash usullari va ularni amaliyotga tatbiq qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish masalasi muhim ahamiyatga ekanligini guvohi bo'ldik.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Chang ushlagichlarga kelayotgan chang zarrachalari paxta tashish uchun ishlatilayotgan pnevмотransportlarda va paxtani havodan ajratish uskunasi bo'lgan separatorlarda shikastlanib, kalta tolalar ham hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan kalta tolalar separator setkasidan o'tib changli havo tarkibida tolali chiqindilar bo'lishiga olib keladi. Chang ushlagichlarni ish unumdorligini aniqlash uchun kirayotgan chang miqdorini va atmosferaga chiqayotgan chang miqdorini bilish zarur. Uskunaning tozalash samaradorligi kirayotgan changli chiqindilar massasiga atmosferaga chiqayotgan chang massasi nisbati bilan foiz hisobida aniqlanadi:

$$K = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100$$

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

bu yerda, S_1, S_2 – chang ushlagichga kirayotgan chang zarrachalarining kirishdan oldin va atmosferaga chiqayotgan massasi. Agarda bir nechta chang ushlash uskunasini ketma-ket ulangan bo'lsa tozalash samaradorligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\eta = [1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2) \cdot k \cdot (1 - \eta_n)] \cdot 100, \%$$

bu yerda, η_1, η_2, η_n har bir ketma-ket o'rnatilgan pog'onaning birlik ulushida ifodalangan chang tutish samaradorligi.

O'tkazilgan tajribalar asosida paxta tozalash korxonasidan chiqayotgan chiqindilardan chang ushlagichlarni tozalash samaradorligini aniqlaymiz.

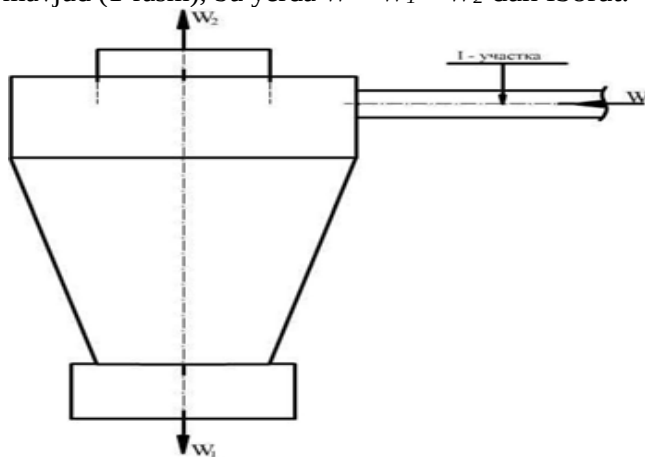
Jarayon	Chang tozalash uskunasiga kirish jarayonidagi chiqindi massasi	Chang tozalash uskunasidan chiqqan changli chiqindi massasi	Chang tozalash uskunasidan atmosferaga chiqqan chang massa	Chang ushlagichlarni ish unumdorligi, %
Tozalash uskunasidagi oqim	700	550	150	79%
	900	700	200	78%
	950	750	200	79%

IQC tipidagi chang ushlagichlar markazdan qochirma tipiga mansubdir. Markazdan qochirma chang ushlagichlar deb, changni ajratish uchun tutgich korpusida foydalaniladigan quruq inersion ushlagichlarga aytiladi. Chang ushlagich korpusi silindrsimon, silindrli-konusli yoki konusli shaklda bo'lishi mumkin. Changlangan havo kirish quvurchasi orqali 14-18 m/s tezlikda chang ushlagichga tushadi va chang ushlagichning ichki devori bo'ylab aylanma harakat qiladi. Markazdan qochirma kuch chang zarralarini tashqi korpusning ichki devoriga siqadi, unda changlar yig'ilib chang bunkeriga chiqariladi [1].

Havo oqimi aylanib 2,5-3 m/s gacha tezlikni yo'qotadi, tozalangan havo oqimi chiqish quvuri orqali atmosferaga chiqarib tashlanadi. Odatda chang ushlagichlarni bunkeriga yig'ilib qolgan changlar vintli konveyer bilan olib ketiladi.

Umuman olganda, chang ushlagichlarni samarali ishlashi uchun havo bosimining statik pasayishi bir me'yorda amalga oshishi kerak, bu holatni quyidagi ilmiy ishda ham ko'rishimiz mumkin [2]. Ushbu ishda statik bosimning o'zgarishi albatta chang ushlagichning geometrik o'lchamiga bog'liqdir. Boshqa sanoat korxonalari bilan paxta tozalash sanoatidan chiqayotgan changli chiqindilarni bir qancha farqlari mavjud bo'lib, ulardan tolali chiqindilarni yopishqoqligi, gabarit o'lchamlarining kattaligi, chuvalanish darajasining yuqoriligi va boshqalar. Shuning uchun paxta tozalash korxonalaridan chiqayotgan chang ushlagichlar ustida izlanishlar olib borishda boshqa sanoat chang ushlagichlarining nazariy va amaliy natijalaridan foydalanish to'g'ri kelmaydi.

Ma'lumki, chang ushlagichlarga kirayotgan havo tarkibida W da organik va mineral chiqindilar bilan birga tolali chiqindilar ham mavjud (1-rasm), bu yerda $W = W_1 + W_2$ dan iborat.



1-rasm. Chang ushlagichga kiruvchi va undan chiquvchi chiqindilarning harakatlanish mexanizmi

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

W_1 – chang ushlagichdan ajratib olingan chiqindilar miqdori, *kg*.

$$W_1 = C_1 + C_2 + B_0 \quad (1)$$

Bu yerda C_1 – ajratib olingan chiqindilar tarkibidagi organik chiqindilar miqdori, *kg*.

C_2 – ajratib olingan chiqindilar tarkibidagi mineral chiqindilar miqdori, *kg*.

B_0 – ajratib olingan chiqindilar tarkibidagi tolali chiqindilar miqdori, *kg*.

W_2 – chang ushlagichdan tozalangan havo tarkibidan ajratib olingan chiqindilar miqdori, *kg*.

$$W_2 = C'_1 + C'_2 + B'_0 \quad (2)$$

Bu yerda, C'_1 – chang ushlagichdan tozalangan havo tarkibidagi organik chiqindilar miqdori, *kg*.

C'_2 – chang ushlagichdan tozalangan havo tarkibidagi mineral chiqindilar miqdori, *kg*.

B'_0 – chang ushlagichdan tozalangan havo tarkibidagi tolali chiqindilar miqdori, *kg*.

Paxta tozalash korxonalaridan atmosferaga chiqayotgan changni konsentratsiyasini aniqlashni bir necha (kalorimetrik, nefelometrik, titrometrik, indikatsion, optik, elektr hamda standart yoki gravimetrik va boshqa) usullari mavjud bo'lib, bulardan eng ko'p tarqalgani, qulayi va paxta sanoatida foydalaniladigani standart usulidir [4].

Uning ishlash prinsipi quyidagicha:

Oldindan og'irligi o'lchangan filtr orqali ma'lum miqdorda changli havo o'tkaziladi.

Havo o'tkazib bo'linganidan so'ng filtrning og'irligi qayta o'lchanadi.

Filtrlar og'irligining farqini (mg) shu filtr orqali so'rilgan havoning hajmiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik orqali atmosferaga chiqayotgan changning konsentratsiyasi aniqlanadi. Bu kattalik mg/m^3 da o'lchanadi.

Namuna oluvchi material hisobida AFA filtrini tanlab olamiz. Bu filtr juda mayda chang zarrachalarini ham yaxshi ushlab qoladi, aerodinamik qarshiligi kam, bu esa katta hajmda (100 l/min gacha) havoning o'tishiga imkon beradi.

Bundan tashqari, AFA filtri namlikni o'zidan itarish xususiyatiga ega. Filtr orqali o'tayotgan havoning miqdorini rotametr yoki reometr asboblari hamda Migunov aspiratori yordamida o'lchanadi.

Rotametr – ichida po'kak halqasi bor, konus shaklidagi darajalarga bo'lingan shisha naychadan iborat. Rotametr orqali o'tgan havoning miqdorini po'kak halqaning balandligiga qarab shu asbobning pasporti orqali aniqlanadi.

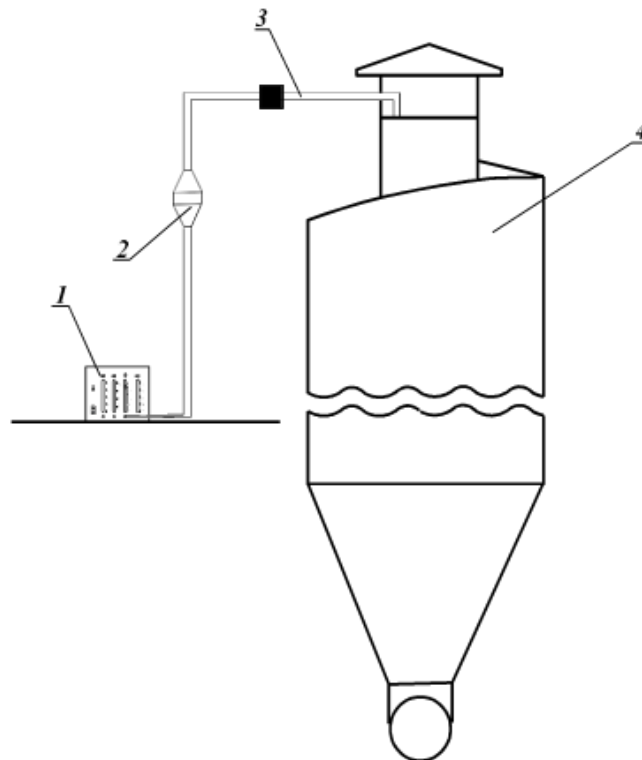
Reometr asbobi esa so'rilayotgan havo hajmini o'zgartirish imkonini beruvchi to'rtta diafragma bilan ta'minlangan bo'ladi. Har bir reometr o'z shaxsiy pasportiga ega.

“Qorasuv” paxta tozalash korxonasidan atmosferaga chiqib ketayotgan changning konsentratsiyasini aniqlash bo'yicha “Atmosfera havosini muhofaza qilish” qo'mitasi bilan birgalikda amaliy ishlar olib borildi [5].

Og'irligi oldindan o'lchab olingan AFA filtrini patruba (1) ichiga tekis qilib joylashtiriladi va uni yaxshilab qotirib olinadi. So'ngra patruba (1) ning bir uchiga shlang orqali havo so'ruvchi naycha (3) ni qotiriladi, ikkinchi uchiga shlang orqali reometr (1) ga qotiriladi. Tajriba o'tkazayotgan uskunani ishga yaroqli qilib olingandan so'ng, uni chang ushlagich IIC-6 (4) ning ustiga texnika xavfsizligiga rioya qilgan holda o'rnatiladi. Chang ushlagichdan atmosferaga chiqayotgan havo yo'lga naychani vertikal joylashtirib, sekundomer va reometrni bir vaqtda yoqib, 5 daqiqa ishlatiladi. So'ngra ikkalasini ham to'xtatib patruba ichida joylashgan AFA filtrini olib, undagi chang to'kilib ketmasligi uchun to'rt buklab qog'oz xaltaga solinadi [6].

Filtrni analitik tarozida tortib, og'irligini o'lchab yoziladi. Agar filtrning tajribadan oldingi og'irligi g_1 , tajribadan keyingi og'irligi g_2 bilan belgilansa va filtr orqali o'tayotgan havoning hajmi V bo'lsa, unda havodagi changning konsentratsiyasi quyidagicha topiladi.

$$C = \frac{g_2 - g_1}{V}, \text{ mg}/\text{m}^3 \quad (3)$$



1-reometr, 2-patrubka, 3-havo so'riluvchi naycha, 4-TsS-6 chang ushlagichi
2-rasm. Chang konsentratsiyasini aniqlash moslamasining sxemasi

Filtr orqali so'rilayotgan havoning hajmini topish uchun koeffitsiyent $kq0,91$ ni tajriba davom etgan vaqt (t) bir daqiqa davomidagi so'rilgan havo hajmi (Q) larning ko'paytmasini 1000 ga nisbati bilan o'lchanadi, ya'ni

$$V_{qk} = \frac{Q \cdot T}{1000}, m^3 G'min \quad (4)$$

Bunda ma'lumki, Q l/min da, t minutlarda. Bu kattalikni m^3 ga aylantirish uchun 1000 soniga bo'lish kerak. (3) va (4) formulalarni birlashtirib quyidagicha yozish mumkin:

$$C = \frac{(g_2 - g_1) \cdot 1000}{Q \cdot T \cdot k}, mg/m^3 \quad (5)$$

Chang ushlagichga kirayotgan havo oqimining tezligini bilgan holda, unga kirgan chang zarrachalari massasi va kirish radiusi qanday bo'lganda zarracha devorga ko'proq ishqalanishini bilsak changli havo oqimi tarkibidan chang zarrachalarini ko'proq ajralishini ayta olamiz. Shuning uchun chang ushlagich ichida chang zarrachalarining harakat traektoriyalarini nazariy jihatdan o'rganish muhim bo'lib, ushbu masala o'rganib chiqildi.

Chang ushlagichlarga kirayotgan yirik changli chiqindilar ushlab qolinsa, chang ushlagichlarning tozalash samaradorligini o'rganish uchun ikki turdagi B3II-1200 va IIC-6 chang ushlagichlari ustida ilmiy va amaliy tajribalar olib borildi. Bunga ko'ra "Metan" paxta tozalash korxonasidan chiqayotgan pnevmatransport quvurlarini ulanish joyi flyanslarini biriktiruvchi boltni yechib olib, quvurlar ajratib olindi. Undan so'ng maxsus simli setkadan yasalgan o'lchamlari 2x2 mm bo'lgan xaltasimon qilib to'qilgan moslamani quvur ichiga joylashtirilib, pnevmatransport quvurlari qayta mahkamlandi.

Pnevmatransport quvurining yuzasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$f q \frac{\pi \cdot d^2}{4}, m^2 \quad (6)$$

Bu yerda, d – pnevmatransport quvurining ichki diametri 420 mm.

Yirik chang zarralarini ushlab qolish uchun o'rnatiladigan xaltasimon setkaning uzunligi setka yuzasini aniqlagan holda tanlab olinadi.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

To'rtli setkaning diametri ham pnevmatransport quvurining ichki diametriga teng bo'ladi. Setkaning uzunligini tanlashda 30 daqiqa ichida chiqayotgan chiqindilarning maksimal miqdoriga qarab 2 m qilib tanlab olindi. Shunda umumiy havo o'tish quvurini aerodinamik qarshiligi kamroq bo'ladi. Quvurdan o'tayotgan to'rtli setkaning yuzasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$f_{tur} qh \cdot \pi \cdot d, m^2 \quad (7)$$

Bu yerda, h – to'rtli setkaning uzunligi, 2m.

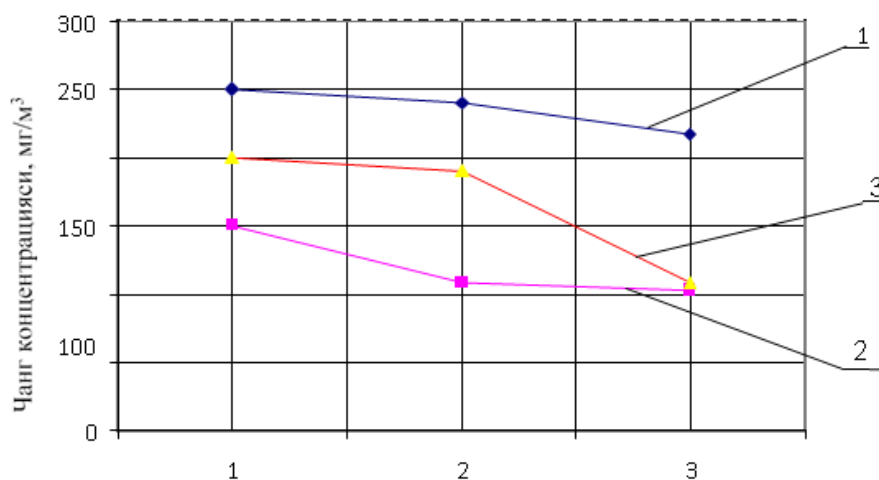
Chang ushlagichga kirayotgan havo quvurining kirish qiyaligini burib, havo o'tkazishni 10 l/min bo'lgan riometr laboratoriya qurilmasidan foydalanib AFA filtrining og'irligini aniqlash orqali changning konsentratsiyasi aniqlandi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, agarda kirish havo trubkasining o'qqa nisbati qiyalik burchagi $\alpha=20^\circ$ bo'lganda atmosferaga chiqayotgan chang konsentratsiyasi past bo'lar ekan.

Olingan natijalar grafik ko'rinishida 3-rasmda keltirilgan.

1- jadval

Tajribalar soni	Uskuna soni	Havo trubkasining qiyalik burchagi, α grad	Vaqt, T, min	Havoning hajmi, Q, l/min	AFA filtrining tajribadan oldingi og'irligi, g_1 , mg	AFA filtrining tajribadan so'ngi og'irligi, g_2 , mg	Chiqayotgan changning konsentratsiyasi, S, mg/m ³
1	ЦС-6	10	5	10	1,221	12,596	250,0
	ЦС-6	20	5	10	1,315	8,140	150,0
	ЦС-6	30	5	10	1,021	10,121	200,0
2	ЦС-6	10	5	10	1,003	11,923	240
	ЦС-6	20	5	10	1,215	6,129	108,0
	ЦС-6	30	5	10	1,321	9,966	190,0
3	ЦС-6	10	5	10	1,256	11,129	217,0
	ЦС-6	20	5	10	1,315	6,002	103,0
	ЦС-6	30	5	10	1,098	6,012	180,0



Tajribalar soni, dona

1 – qiyalik burchagi $\alpha=10^\circ$, 2 – qiyalik burchagi $\alpha=20^\circ$, 3 – qiyalik burchagi $\alpha=30^\circ$

3-rasm. Chang konsentratsiyasining o'zgarishi

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

3-rasmda chang ushlagichga kiruvchi havo trubasining o'qqa nisbatan qiyaligi bilan chiqayotgan chang konsentratsiyasining bog'liqligi keltirilgan.

“Qorasuv” paxta tozalash korxonasining tola kondensoridan chiqayotgan changli havo trubasini chang ushlagichning gorizont o'qiga nisbatan $\alpha=20^\circ$ burchak ostida burib, ishlab chiqarishdagi ko'rinishi 4-rasmda keltirilgan. 1-jadvalda esa chang konsentratsiyasining kiruvchi havo trubasining qiyaligiga bog'liqligi holati natijalari keltirilgan.

Xulosa. Agar chang ushlagichga kirayotgan havo trubasi gorizontga nisbatan $\alpha=20^\circ$ bo'lsa, atmosferaga chiqayotgan chang konsentratsiyasi nisbatan 40-60% ortdi, buning asosiy sababi nazariy izlanishlarda isbotlanganidek, chang zarrachasini aylanishlar soni oshib boradi, natijada chang zarrachalarining chang ushlagichlar devori bo'yicha ishqalanishi oshadi. Ushbu holat chang zarrachasining tezligini keskin pasayishiga, natijada uning cho'kishiga sabab bo'ladi hamda havo oqimidan ajraladi. Chang ushlagichlarda ularni tozalash jarayoniga salbiy ta'sir etuvchi tolali chiqindilarni ajratib olish masalasiga bugungi kungacha deyarli e'tibor berilmagan.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Баранов Д.А. и др. Процессы и аппараты химической технологии /Явления переноса, микрокинетика, подобие, моделирование, проектирование/ Механические и гидромеханические процессы. –М.: Логос, 2022. Т.2. -600 с.
2. Gapparova M.S. Atmosfera havosini muhofaza qilish bo'yicha chora-tadbirlar // Fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida innovatsion texnologiyalarning dolzarb muammolari. –Toshkent: 2016. –B. 64-65.
3. Xojiyev M.T., Abbazov I.Z. Paxtani qayta ishlash jarayonida chiqayotgan chang havoni tozalashning samarali texnologiyasi // Mexanika muammolari. –Toshkent: 2016. № 4. –B. 12-16.
4. Xojiyev M.T., Abbazov I.Z. Paxta tozalash korxonalarda chiqayotgan changni tozalash muammolari.// “Texnika va texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g'oyalari va ishlanmalari” Ilmiy-amaliy anjumani. 2015 yil 27-28 may. 4-8 betlar.
5. Abbazov I.Z., Xojiyev M.T., Karshyev B.E. Increase of an overall performance of a deduster on cotton ginning enterprises // European Science Review Austria. 2016. – P. 171-173.
6. Rosulov R., Qurbonova M. Tozalagichning tozalash samaradorligini oshirish.// “Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida texnika va texnologiyalarni takomillashtirish va ularning iqtisodiy samaradorligini oshirish” ilmiy amaliy anjuman. 24-25 noyabr, 2016 y. NamMTI, 274-277 b.
7. Ziyoyev X.A. va boshqalar. 1981-1985 yillarda paxta tozalash zavodlarida atmosfera chiqindilarini tozalash bo'yicha tavsiyalar. PDIB-10-82, Toshkent – 1982.
8. Ракипов В.Г., Джамолов Р.К. и др., «Создание агрегата двухступенчатого оголения посевных семян хлопчатника», отчет о научно-исследовательской работе, АО «Пхтасаноат ilmiy markazi», Ташкент, 2005 г. -30 с.

Mualliflar:

Xodjiyev M.T. - Guliston davlat universiteti rektori, t.f.d., professor.

Turdiboyev D.H. - Guliston davlat universiteti dotsenti, p.f.d.

Alimov O.N. - Jizzax politexnika instituti dotsenti, t.f.f.d.

UDK 639.3.043.2

ANALYSIS OF THE QUALITY OF COMPOUND FEED FOR FISH

BALIQLAR UCHUN OMIXTA YEM SIFATINI TAHLILI

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ

Sattarov Karim Karshiyevich, Xazratkulov Javsir Zokir o'g'li, Tuxtamishova Gulnoza Karshibayevna

Guliston davlat universiteti, 120100. Sirdaryo viloyati, Guliston shahri, IV-mikrorayon.

E-mail: doctor-sattarov@mail.ru

Abstract. Nutrition is one of the most important functions of the body. Due to the energy substances received with food, all the main functions of organisms are carried out: development, growth, (reproduction, etc.). All functions of the body are carried out due to the energy substances received with food. Some mineral

salts (phosphorus, calcium, etc.), necessary for the normal metabolism of the fish body, can enter the fish body directly from the aqueous solution through the gills, the surface of the oral cavity and the skin.

In terms of the nature of the food consumed (the size composition and systematic affiliation of victims), fish differ greatly from each other. In terms of the variety of food consumed, fish are in first place among other groups of animals. Nutrition in the initial period of life - development in the egg and immediately after hatching of the embryo - occurs due to the reserves of yolk and fat in the yolk sac (endogenous nutrition).

After the transition to external nutrition, as well as in the nature and variety of food consumed, fish differ greatly. Adaptability to feeding on certain foods does not remain constant throughout the life of the fish and changes as they grow and in connection with changes in the external conditions of the habitat. The larvae of almost all fish species feed on zooplankton, and only as they grow do they switch (with the exception of zooplankton eaters) to other food objects, i.e. the spectrum of nutrition changes with age. For normal development and growth, fish, like other animals, need a certain set of nutrients. When compiling food rations, it is necessary to take into account the nutritional needs of a specific object of cultivation and its physiological characteristics for the assimilation of components included in artificial diets. In addition, fish cannot synthesize some substances and must receive them with food. The short digestive tract of fish and the low habitat temperature prevent the development of abundant microflora, which in warm-blooded animals largely provides the body with vitamins. The vitamin complex necessary for normal life, including vitamin C, which is of great importance for growth and development, is obtained by fish with food. The purpose of this work was to study the quality of fish feed developed by employees of Gulistan State University. To identify relevant studies, a search was conducted for sources using open electronic databases such as Google Scholar, Scopus and Web of Science. The article presents the characteristics and classification of feed for pond and carp fish. Organoleptic, physicochemical assessments of the quality of fish feed are given. The possibility of improving the quality of produced fish feed and expanding their range is proposed.

Keywords: Carp fish, quality, compound feed, crumbliness, assortment, recipe.

Аннотация. Питание одна из важнейших функций организма. За счет энергетических веществ, изученных с пищей, осуществляются все основные функции организмов: развитие, рост, (размножение и др.). Все функции организма осуществляется за счет энергетических веществ, полученных с пищей. Некоторые минеральные соли (фосфор, кальций и др.), необходимые для нормального обмена веществ организма рыб могут поступать в организм рыбы и непосредственно из водного раствора через жабры, поверхность ротовой полости и кожу.

По характеру потребляемой пищи (размерному составу и систематической принадлежности жертв) рыбы сильно отличаются друг от друга. По разнообразию потребляемой пищи рыбы стоят на первом месте среди других групп животных. Питание в начальный период жизни - развитие в икринке и сразу после вылупления эмбриона происходит за счет запасов желтка и жира в желточном мешке (эндогенное питание).

После перехода на внешнее питание, а также по характеру и разнообразию потребляемой пищи рыбы сильно отличаются. Приспособляемость к питанию определенными кормами не остается постоянной в течение жизни рыбы и меняется по мере роста и в связи с изменениями внешних условий обитания. Личинки практически всех видов рыб питаются зоопланктоном, и только по мере роста они переходят (за исключением зоопланктофагов) на другие пищевые объекты, т.е. спектр питания с возрастом изменяется.

Для нормального развития и роста рыбы, как и другие животные, нуждаются в определенном наборе питательных веществ. При составлении пищевых рационов необходимо учитывать пищевые потребности конкретного объекта выращивания и его физиологические особенности к усвоению компонентов, входящих в состав искусственных диет.

Кроме того, рыбы не могут синтезировать некоторые вещества и обязательно должны получать их с пищей. Короткий пищеварительный тракт рыб и низкая температура обитания препятствуют развитию обильной микрофлоры, которая у теплокровных животных в значительной мере обеспечивает организм витаминами. Необходимый для нормальной жизнедеятельности витаминный комплекс, в том числе и витамин С, имеющий большое значение для роста и развития, рыбы получают с пищей. Целью данной работы являлось изучение качества комбикорма для рыб, разработанного сотрудниками Гулистанского Государственного университета. Для выявления соответствующих исследований был

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

проведен поиск источников с использованием открытых электронных баз данных, таких как Google Scholar, Scopus и Web of Science. В статье представлены характеристика и классификация комбикормов для прудовых и карповых рыб. Даны органолептическая, физико-химическая оценки качества комбикорма для рыб. Предложена возможность повышения показателей качества выпускаемых комбикормов для рыб и расширение их ассортимента.

Ключевые слова: Карповые рыбы, качество, комбикорм, крошимость, ассортимент, рецепт.

Annotasiya. Oziqlanish tananing eng muhim funksiyalaridan biridir. Oziq-ovqat bilan olingan energiya moddalari tufayli organizmlarning barcha asosiy funksiyalari amalga oshiriladi: rivojlanish, o'sish, (ko'payish va boshqalar). Tananing barcha funksiyalari oziq-ovqat bilan olingan energiya moddalari tufayli amalga oshiriladi. Baliq tanasining normal metabolizmi uchun zarur bo'lgan ba'zi mineral tuzlar (fosfor, kaltsiy va boshqalar) baliq tanasiga to'g'ridan-to'g'ri suvli eritmasidan g'unajinlar, og'iz bo'shlig'i yuzasi va teri orqali kirishi mumkin.

Iste'mol qilinadigan oziq-ovqatning tabiati (hajmi tarkibi va jabrlanuvchilarning tizimli mansubligi) bo'yicha baliqlar bir-biridan juda farq qiladi. Iste'mol qilinadigan oziq-ovqatlarning xilma-xilligi bo'yicha baliq boshqa hayvonlar guruhlari orasida birinchi o'rinda turadi. Hayotning boshlang'ich davridagi ovqatlanish - tuxumda rivojlanish va embrion chiqqandan keyin darhol - sarig'i qopidagi sarig'i va yog'ning zahiralari (endogen oziqlanish) tufayli sodir bo'ladi.

Tashqi oziqlanishga o'tgandan so'ng, shuningdek, iste'mol qilinadigan oziq-ovqatning tabiati va xilma-xilligi bo'yicha baliqlar juda katta farq qiladi. Ba'zi oziq-ovqatlar bilan oziqlanishga moslashish baliqning hayoti davomida doimiy bo'lib qolmaydi va ular o'sib borishi bilan va yashash joyining tashqi sharoitlarining o'zgarishi bilan bog'liq holda o'zgaradi. Deyarli barcha baliq turlarining lichinkalari zooplankton bilan oziqlanadi va faqat o'sishi bilan ular boshqa oziq-ovqat obyektlariga (zooplanktonni iste'mol qiluvchilar bundan mustasno) o'tadi, ya'ni ovqatlanish spektri yoshga qarab o'zgaradi. Oddiy rivojlanish va o'sish uchun baliq, boshqa hayvonlar kabi, ma'lum bir ozuqa moddalariga muhtoj. Oziq-ovqat ratsionini tuzishda ma'lum bir yetishtirish obyektining ozuqaviy ehtiyojlarini va sun'iy dietaga kiritilgan komponentlarni assimilyatsiya qilish uchun uning fiziologik xususiyatlarini hisobga olish kerak. Bundan tashqari, baliq ba'zi moddalarni sintez qila olmaydi va ularni oziq-ovqat bilan qabul qilishi kerak. Baliqning qisqa ovqat hazm qilish trakti va yashash joyining past harorati mo'l-ko'l mikrofloraning rivojlanishiga to'sqinlik qiladi, bu issiq qonli hayvonlarda tanani vitaminlar bilan ta'minlaydi. Oddiy hayot uchun zarur bo'lgan vitamin kompleksi, jumladan, o'sish va rivojlanish uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan S vitamini oziq-ovqat bilan birga baliq tomonidan olinadi. Ushbu ishning maqsadi Guliston davlat universiteti xodimlari tomonidan ishlab chiqilgan baliq ozuqalarining sifatini o'rganish edi. Tegishli tadqiqotlarni aniqlash uchun Google Scholar, Scopus va Web of Science kabi ochiq elektron ma'lumotlar bazalaridan foydalangan holda manbalar izlandi. Maqolada hovuz va sazan baliqlari uchun ozuqaning xususiyatlari va tasnifi keltirilgan. Baliq yemi sifatining organoleptik, fizik-kimyoviy baholari berilgan. Ishlab chiqarilayotgan baliq yemi sifatini oshirish, assortimentini kengaytirish imkoniyati taklif etilmoqda.

Kalit so'zlar: Sazan baliqlari, sifati, omixta yem, maydalanishi, assortimenti, retsepti.

Kirish. Rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, 2023 yilda Sirdaryo viloyatida aralash yem (kombikorm) ishlab chiqarish hajmi 35 million tonnani tashkil etdi, holbuki amaldagi ehtiyoj 45 million tonnani tashkil qilgan. 2025 yilga kelib, mahalliy chorvachilik tarmog'ining aralash yemga bo'lgan ehtiyoji 50 million tonnaga yetadi, bu esa kichik va o'rta xo'jaliklar qamrovi kengayishi, shuningdek, ayrim chorvachilik va akvakultura tarmoqlarining o'sishi bilan bog'liq.

Baliqlarning normal hayot faoliyati va to'g'ri moddalar almashinuvini ta'minlash uchun, birinchi navbatda, organizmga yetarli miqdorda energiya kirib borishini ta'minlash zarur.

Moddalar almashinuvi bu organizmda sodir bo'ladigan barcha kimyoviy va energiya o'zgarishlarining natijasidir. Almashinuvning barcha bosqichlari energiyani talab qiladi, baliqlar esa bu energiyani faqat ozuqadan olishi mumkin, chunki ozuqadagi oziq moddalari oqsillar, yog'lar va uglevodlar hazm qilinish jarayonida issiqlik energiyasini ajratadi [1,2].

Ozuqada qancha energiya borligini aniqlash uchun kalorimetrlar qo'llaniladi. Unda oz miqdordagi ozuqa toza kislorod muhitida yoqiladi va ajralgan issiqlik energiyasi 1 gramm yoki 1 kilogramm ozuqaga nisbatan hisoblab chiqiladi. Ozuqa energiyasi MJ (megajoul) yoki kkal (kilokaloriya)da ifodalanadi.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

1 kkal = 4,1868 kJ, 1 MJ = 1000 kJ

Ozuqaning to'liq yoqilishi natijasida ajraladigan umumiy issiqlik miqdori ozuqaning yalpi energiyasi deb ataladi.

Yalpi energiya (iste'mol qilingan ozuqa energiyasi) bu ozuqadagi barcha oziq moddalari bilan organizmga kiradigan umumiy energiyani ifodalaydi. Ozuqa bilan tushgan energiyaning bir qismi organizm tomonidan o'zlashtirilmaydi va najas orqali yo'qotiladi. Ozuqa energiyasidan najas energiyasi ayirib tashlangach, qolgan qismi hazm bo'ladigan energiya deb ataladi.

Almashinuv energiyasi (metabolik yoki fiziologik foydali energiya) bu hazm bo'lgan energiya bilan nafaqat najas, balki boshqa chiqindilar (jabralar, buyraklar va tana yuzasi) orqali chiqib ketadigan energiya o'rtasidagi farqdir [3,4].

Sof energiya bu almashinuv energiyasidan oziqani hazm qilish va o'zlashtirishga sarflanadigan energiyani ayirgandagi qoldiqdir. Bu energiya organizm hayot faoliyatini saqlash, harakat faolligi va o'sish jarayonlariga sarflanadi.

O'sish energiyasi (plastik almashinuv energiyasi) bu sof energiya bilan hayotni saqlash va harakat faoliyatiga sarflanadigan energiya orasidagi farqdir.

Generativ almashinuv energiyasi bu organizmda jinsiy tizimning shakllanishi va jinsiy hujayralarning yetilishi uchun sarflanadigan energiya miqdoridir.

Qushlar va sutemizuvchilardan farqli ravishda, baliqlarning energiyaga bo'lgan ehtiyoji unchalik katta emas. 1 kg baliq massasining ortishi uchun oziqada 4000-5000 kkal energiya bo'lishi kerak, holbuki, qishloq xo'jaligi hayvonlari uchun bu ko'rsatkich 7000-9000 kkal va undan ham ko'proqni tashkil etadi. Bu farq, asosan, issiq qonli hayvonlarda tana haroratini saqlash uchun ko'p energiya sarflanishi bilan bog'liq. Shu sababli, baliqlar uchun mo'ljallangan aralash yemlarda energiya-protein nisbati 1 gramm oqsilga 7-10 kkalni, chorvachilikda esa 15-20 kkalni tashkil qiladi.

Ozuqa yetishmovchiligi energiya tanqisligiga olib keladi, bu esa o'z navbatida plastik va funksional almashinuv jarayonlarini sekinlashtiradi.

Yem tarkibi baliqlarning hayot faoliyati va o'sishi uchun zarur bo'lgan barcha oziq moddalari oqsillar, yog'lar, uglevodlar, mineral moddalar va vitaminlarni o'z ichiga olishi lozim. Ratsion tuzishda baliqlarning asosiy oziq moddalarga bo'lgan ehtiyojlari, xomashyo tarkibidagi sifat va miqdor ko'rsatkichlari hamda bu moddalarning baliq organizmidagi o'zaro ta'siri to'g'risidagi ma'lumotlarga asoslanish kerak [5].

Mazkur ishning maqsadi Guliston davlat universiteti xodimlari tomonidan ishlab chiqilgan baliqlar uchun aralash yem sifatini o'rganishdan iborat [6].

Tadqiqot obyekti va qo'llanilgan metodlar

Mazkur tadqiqotda hovuzlarda va karp turlaridagi baliqlarni oziqlantirish uchun mo'ljallangan aralash yemlar o'rganildi.

Material sifatida ochiq manbalardan ilmiy maqolalar, kitoblar va don saqlash mavzusi bilan bog'liq nashrlar ma'lumotlaridan foydalanildi. Tegishli tadqiqotlarni aniqlash maqsadida Google Scholar, Scopus va Web of Science elektron ma'lumotlar bazalari orqali manbalarni izlash amalga oshirildi.

Tadqiqot Guliston davlat universiteti bazasida olib borildi. Aralash yemlarning organoleptik va fizik-kimyoviy sifat ko'rsatkichlarini o'rganishda standart metod va uslublardan foydalanildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Karp baliqlarining turli yosh guruhlariga uchun aralash yemlar tarkibi, ularning oziq moddalarga bo'lgan ehtiyojlari asosida ishlab chiqiladi. Bu ehtiyojlar baliqlarning yoshi, tana og'irligi, semizligi, saqlash sharoitlariga qarab o'zgaradi. Ushbu yemlar maqsadiga ko'ra quyidagicha bo'linadi:

- ✓ start yemlar (lichinkalar va o'sayotgan baliqlar uchun);
- ✓ mahsulotli yemlar (kattaroq yoshdagi baliqlar uchun).

Baliq yemini shakllari quyidagicha bo'ladi:

- ✓ yirik zarrachalar ko'rinishida (start yemlar);
- ✓ har xil diametrdagi granulalar (baliq yoshi asosida tanlanadi);
- ✓ pasta ko'rinishida yemlar.

Karp baliqlari uchun, odatda, cho'kadigan granulali yemlar ishlatiladi. Karp uchun mo'ljallangan aralash yem retseptlari ikki guruhga bo'linadi:

1. Bir yozli baliqlar (segolyotkalar) va nasldor baliqlar uchun to'yimli, muvozanatlangan yemlar.
2. Tovar baliqlari uchun uglevodlarga boy yemlar (1-jadval).

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

1-jadval.

Karp baliqlari uchun omixta yem aralashmalari retseptlari

Xomashyo turi	Ikki va uch yilliklar uchun, %	Bir yozliklar (segolyotkalar) va nasldorlar uchun, %
Shrot va kunjara:		
kungaboqar, paxta, raps, soya va b.	55	40
Dukkaklilar:		
no'xat, yem dukkaklari	20	15
Don mahsulotlari:		
bug'doy, tritikale	11	29
bug'doy kepagi	10	4
Mikroorganizmlar		
Laktobakterin	—	4
Hayvonlarga oid ozuqalar:		
baliq uni	3	5
o't uni	—	2
suyak uni	1	1

Protein bu tarkibida azot bo'lgan ozuqaning organik moddasi hisoblanadi. Azotni proteinga aylantirishning o'rtacha koeffitsiyenti 6,25 ga teng. Protein miqdori Keldal usuli yordamida aniqlanadi. Ozuqadagi protein oqsillar va amidlardan iborat. Oqsillar esa ikki turga bo'linadi:

- ✓ oddiy oqsillar (albuminlar, globulinlar, prolaminlar va boshqalar);
- ✓ murakkab oqsillar (glikoproteidlar, fosfoproteidlar, lipoproteidlar).

Oqsilning biologik roli:

1. Plastik funksiyasi – to'qima va organlar hosil qilish uchun qurilish materiali.
2. Energetik funksiyasi – 1 g oqsil = 5,65 kkal energiya.
3. Funksional ahamiyati fermentlar, gormonlar tarkibiga kiradi va modda almashinuvini boshqaradi.
4. Transport funksiyasi va boshqa bir qancha vazifalarni bajaradi.

Organoleptik va fizik-kimyoviy tahlillar yem namunasi tayyorlanganidan keyin 10 kundan so'ng, 3 marotaba takrorlangan holda o'tkazildi. Tadqiqot davomida ikki va uch yillik hovuz hamda karp baliqlari uchun ishlab chiqilgan aralash yemlarning organoleptik va fizik-kimyoviy sifat ko'rsatkichlari GOST 10385-2014 standart talablariga muvofiqligi nazorat qilindi.

Tashqi ko'rinishi, rangi va hidini aniqlash uchun 100 gr aralash yem toza, silliq, oq yuzaga solinib, aralashtirilib, tabiiy yorug'likda kuzatildi (2-jadval).

Granulalar o'lchami shtangelsirkul yordamida aniqlandi. Ketma-ket olingan 5 dona granuladan diametr va uzunligi o'lchab, o'rtacha arifmetik qiymat hisoblab chiqildi.

Granulalarning maydalanish darajasi U17-EKT markasidagi uskuna yordamida aniqlandi. 30 daqiqa dam olganidan so'ng, 1 kg granulali mahsulot laboratoriya elagidan o'tkazildi. Laboratoriya elagining diametri tadqiq qilinayotgan granulalarning 0,75 qismiga teng bo'ldi. Bu orqali maydalangan va mayda bo'laklar ajratib olindi. Elangan granulalar ichidan 250 gr dan iborat ikkita navbatdagi namunalar ajratildi va ular maydalagich kameralariga joylandi. So'ngra himoya va qopqoq yopilib, taymer 5 daqiqaga o'rnatildi. Belgilangan vaqt o'tganidan so'ng uskuna avtomatik ravishda o'chirildi.

Keyin kamera ochilib, namunalar patnisa solinadi va granulalar mayda qoldiqlardan ajratib olinadi. Elangan mahsulot 0,1 gr aniqlik bilan tortiladi.

Granulalarning maydalanish darajasi (K) foizda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$$

bu yerda: m_1 – maydalashdan oldingi granulalar massasi, gr; m_2 – maydalash va elashdan keyingi granulalar massasi, gr.

Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan. Shuningdek, quyidagi tarkibiy ko'rsatkichlar aniqlangan:

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

azot miqdori;
xom protein miqdori;
namlikning massaviy ulushi;
xom yog' miqdori;
xom tolalar (kletchatka);
xom kul (zola) miqdori va boshqalar. Ushbu ko'rsatkichlarga oid barcha ma'lumotlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Aralash yemning organoleptik va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich nomi	GOST bo'yicha normativ qiymatlar	Sifat ko'rsatkichlari
Tashqi ko'rinish	Silindrsimon shakldagi granula, yaltiroq yoki xira yuzali, yoriqlarsiz	Silindrsimon, yaltiroq, yoriqlarsiz
Rang	Tarkibiga kiruvchi komponentlarga qarab kulrangdan to jigarranggacha yoki undan to'qroq	Jigarrang
Hid	Tarkibdagi komponentlarga xos, mog'or, chirigan yoki begona hidlarsiz	Komponentlarga xos, begona hidlarsiz
Granula o'lchami, mm	2–15	9,8
Suvga chidamliligi, min	Kamida 20,0	20,2
Maydalanish darajasi, %	5,0	5,0
Namlik ulushi, %	Ko'pi bilan 13,5	13,0
Xom protein, %	Kamida 30	31,2
Xom yog', %	Kamida 5,0	5,5
Xom tolali modda, %	Ko'pi bilan 6,0	5,5
Xom kul, %	Ko'pi bilan 10,0	6,8
Fosfor miqdori, %	Kamida 1,2	1,4
Lizinning ulushi, %	Kamida 1,5	1,6
Metionin + sistin, %	Kamida 0,6	0,6

2-jadval ma'lumotlarini tahlil qilish asosida quyidagi xulosa chiqarish mumkin:

Organoleptik va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar bo'yicha aralash yem GOST 10385-2014 talablariga to'liq javob beradi.

Tahlil qilingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, proteinli yemlarning biologik qiymati birinchi navbatda muqarrar (almashinmaydigan) aminokislotalarning mavjudligi bilan belgilanadi. Muqarrar aminokislotalar deb organizmda sintezlanmaydigan yoki juda sekin sintezlanadigan va fiziologik ehtiyojni qondira olmaydigan aminokislotalarga aytiladi.

Baliqlar uchun muqarrar hisoblangan 10 ta aminokislota, issiq qonli hayvonlar uchun ham muhim bo'lgan quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Arginin, gistidin, izoleytsin, leytsin, metionin, lizin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin.

Shu sababli ratsion tuzishda aynan muqarrar aminokislotalarning miqdoriy me'yori va o'zaro nisbatiga alohida e'tibor qaratish kerak. Bu, baliqlarda plastik va funksional almashinuv jarayonlarini to'liq ta'minlash uchun zarur.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Xulosa

Tadqiqotlar davomida aniqlanishicha, ozuqaning yetishmasligi energiya tanqisligiga olib keladi, bu esa funksional almashinuv jarayonlarini sekinlashtiradi. Yem tarkibi quyidagi moddalarning to'liq majmuasini o'z ichiga olishi kerak:

Oqsillar, yog'lar, uglevodlar, mineral moddalar, vitaminlar.

Ratsionlar tuzishda quyidagilarga tayanish lozim:

baliqlarning asosiy oziq moddalarga bo'lgan ehtiyoji;

xomashyo tarkibida bu moddalarning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari;

bu moddalarning baliq organizmida o'zaro ta'sir xususiyatlari.

Bizning tadqiqotlarimiz natijalari shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqilgan baliq boqish usuli o'sish va rivojlanish jarayonlariga ijobiy ta'sir ko'rsatgan. Ayniqsa, tolalar, uglevodlar, vitaminlar va aminokislotalarning kompleks kiritilishi eng yuqori samara bergan. Bunga isbot sifatida vaqt birligiga to'g'ri keladigan biomassa ortishining yuqori sur'atlari keltirilishi mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Ponomarev S.V., Grozesku Yu.N., Baxareva A.A. Korma i kormlenie ribov akvakulture. - M.: «Morkniga», 2013. - 417 s.
2. Sklyarov V.Ya. Korma i kormlenie ribov v akvakulture. - M.: VNIRO, 2008. -150 s.
3. GOST 10385-2014. Kombinirovannoiy korm dlya rib. Obshie texnicheskie usloviya. – M.: Izd-vo standartov, 2016. – 11 s.
4. Herbina M.A., Gamo'gin E.A. Pitanie i fiziologiya rib. - Minsk: NAN Belarusi, Institut ixtiologii, 2001. - 120 s.
5. Chernishov N.I., Panin I.G. Komponenti kombikormov. - Voronej: Prospekt, 2005. - 135 s.
6. Sattarov K.K, Xazratkulov J.Z. Ispolzovanie belkovoy muki v kombikormax dlya rib. Texnika i texnologiya pihevix proizvodstv. Tezis o dokladov XIII Mejdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov. 2024. Mogilev. - 69 s.

Mualliflar:

Sattarov K.K. – Guliston davlat universiteti, dotsent, texnika fanlari doktori (DSc). E-mail: doctor-sattarov@mail.ru

Hazratkulov J.Z. – Guliston davlat universiteti, o'qituvchi. E-mail: xazratkulovjavsurbek07@gmail.com

Tuxtamishova G.K. – Guliston davlat universiteti, dotsent, texnika fanlari falsafa doktori (PhD), E-mail: gtoxtamishova@gmail.com

UDK 665.9.067

THE EFFECT OF FILTERING AND BLEACHING AGENTS ON OIL FILTRATION RATES

FILTRLASH-OQLASH AGENTLARINI MOYLARNI FILTRLASH KO'RSATGICHLARIGA TA'SIRI

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРУЮЩЕ-ОТБЕЛИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЛЬТРАЦИИ
МАСЕЛ

**Boyjanov Nodirbek Ilxomovich¹, Erkayeva Nodira Choriyorovna², Hamidova Madina Olimjonovna³,
Axmedov Azimjon Normo'minovich⁴, Serkayev Qamar Pardayevich⁵**

¹Urganch davlat universiteti, 220100 Urganch shahri, Hamid Olimjon ko'chasi, 14-uy

²Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri, Paxtazor mahallasi, Xonobod shoh ko'chasi 19-uy

³Toshkent kimyo-texnologiya instituti, 100011. Toshkent shahri, Navoiy ko'chasi, 32-uy

E-mail: a.ahmedov80@mail.ru

Abstract. When filtering vegetable oils through a layer of compressible sediment formed during the grinding refining process, a filtering agent with adsorption properties was used, consisting of a composition of thermally treated powdery clay and pyrolyzed sunflower husk. The effect of the amount of filtering agent used on the duration, as well as the layer thickness on the change in filtration rate and pressure, was investigated. It

has been experimentally confirmed that the strong crystalline structure of the filtering agent serves as a drainage between the partition and the sludge layer and ensures the achievement of regulated filtration rate and pressure. As a result of our research, a filter agent with a composite composition, consisting of a mixture of impenetrable clay prepared by thermal and pyrolysis of sunflower husks, has drainage properties, low density and resistance to increased temperature to reduce oil viscosity. For drainage and adsorption activity, the material has resistance to temperatures up to 200 °C with a relative surface of up to 58.72 m²/g, an average size of adsorption cavities of up to 33.1 Å. As a result of the improvement of the filtration surfaces, particles whose particles are smaller than the cells can also be retained among the cells. To do this, the filter must have adsorption activity, and the filtered dispersion system must have polarity.

Key words: grinding refining, sludge, filtering agent, Struhal criterion, filtration rate, pressure, layer resistance.

Annotatsiya. O'simlik moylarini sayqallovchi rafinatsiyalash jarayonida hosil bo'ladigan siqiluvchan cho'kmani samarali filtrlash uchun termik ishlov berilgan opokasimon gil va piroliz qilingan kungaboqar luzgasidan iborat adsorbsion xususiyatga ega filtrlovchi agent kompozitsiyasidan foydalanilgan. Filtrlovchi agent miqdorining vaqt davomida, shuningdek, filtr yuzasida hosil bo'ladigan cho'kmaning qalinligiga bog'liq ravishda filtrlash tezligi va bosimiga ta'sirini tadqiq etilgan. Filtrlovchi agentning mustahkam kristall strukturasi jarayonda to'siq va cho'kma o'rtasida g'ovakli drenaj vazifasini o'tashi hamda filtrlash tezligi va bosimini reglament doirasida ushlab imkonini berishi tajribaviy yo'l bilan tasdiqlangan. Tadqiqotlarimiz natijasida olingan, opokasimon gilni termik va kungaboqar luzgasini piroliz yo'li bilan tayyorlangan aralashmasidan iborat kompozit tarkibli filtrlovchi agent drenaj xususiyatiga egaligi hamda siqilish darajasi past bo'lgan va moyni qovushqoqligi pasayishi uchun haroratning oshirilishiga chidamli tarkibga ega. Materialga drenaj va adsorbsion faollik berish uchun bu aralashmaga nisbatan kuchsiz uksus kislotasi bilan ishlov berish orqali mikrog'ovaklarining nisbiy yuzasi 58,72 m²/g gacha, adsorbsion g'ovaklarning o'rtacha o'lchami 33,1 Å gacha bo'lgan, 200°C gacha haroratga chidamli tarkib olingan. Filtrlash yuzalarini takomillashtirilishi natijasida zarrachalari g'ovakliklardan kichik bo'lgan zarrachalarni ham g'ovakliklar orasida ushlab qolish imkoniyatlari mavjud. Buning uchun filtrning g'ovakliklari adsorbsion faollikga ega bo'lishi, filtrlanuvchi dispers tizim esa qutblilikka ega bo'lishi kerak.

Tayanch so'zlar: sayqallovchi rafinatsiya, cho'kma, filtrlash agenti, Struxal kreteriyasi, filtrlash tezligi, bosim, qatlam qarshiligi.

Аннотация. При фильтрации растительных масел через слой сжимаемого осадка, образующегося в процессе шлифовочной рафинации использован фильтрующий агент адсорбционными свойствами, состоящий из композиции термически обработанной опоковидной глины и пиролизованной подсолнечной лузги. Исследовано влияние количества применяемого фильтрующего агента на продолжительность, а также толщины слоя на изменение скорости и давления при фильтрации. Экспериментальным способом подтверждено, что прочная кристаллическая структура фильтрующего агента служит дренажем между перегородкой и слоем отстоя и обеспечивает достижению регламентированных показателей скорости и давления фильтрации. Полученный в результате наших исследований фильтрующий агент с композиционным составом, состоящий из смеси непроходимой глины, приготовленной путем термического и пиролиза подсолнечных лузг, обладает дренажными свойствами, обладает низкой плотностью и устойчивостью к повышенной температуре для снижения вязкости масла. Для дренажной и адсорбционной активности материал обладает устойчивостью к температуре до 200 °C с относительной поверхностью до 58,72 м²/г, средним размером адсорбционных полостей до 33,1 Å. В результате усовершенствования фильтрационных поверхностей частицы, частицы которых меньше, чем ячейки, также могут удерживаться среди ячеек. Для этого фильтр должен иметь адсорбционную активность, а фильтруемая дисперсионная система - полярность.

Ключевые слова: шлифовочная рафинация, отстой, фильтрующий агент, критерий Струхала, скорость фильтрации, давление, сопротивление слоя.

Kirish. Moy ishlab chiqarishning eng muhim bosqichlaridan biri bu rafinatsiya hisoblanib, jarayonning to'g'ri tanlanishi olinadigan mahsulotning sifati va miqdorini belgilaydi. Rafinatsiyaning to'liq sikli ko'p bosqichli jarayon bo'lib, yakuniy mahsulot turiga qarab, to'liq yoki maqsadli bosqichlardan iborat ketma-ketlik qo'llanadi [1]. O'simlik moylarini rafinatsiyalashning to'liq sikli – mexanik qo'shimchalardan tozalash, gidratatsiya, ishqoriy neytrallash, yuvish, quritish, oqlash, dezodoratsiyalash va ventirizatsiya jarayonlarini o'z

ichiga oladi [2]. Rafinatsiyaning to'liq bosqichida moyni bir necha bor filtrlash jarayonidan o'tkaziladi. Jumladan, dastlab olingan rafinatsiyalanmagan moyni mexanik qo'shimchalardan tindirish, filtrlash yoki sentrifugalash bilan tozalanadi. Undan tashqari, ishqoriy neytrallashtirish, yuvish va quritish jarayonidan so'ng, yoki talabga ko'ra oqlashdan so'ng oqlovchi tuproq va moy aralashmasini filtrlab tozalanadi.

Biz tomonimizdan avvalgi tadqiqotlarimizda saqlash jarayonida kislotasi va peroksid soni me'yorlardan oshgan rafinatsiyalangan paxta va kungaboqar moylarini sayqallovdan o'tkazish texnologiyasi ishlab chiqilgan edi [3, 4]. Jarayonda hosil bo'ladigan soapstok zarrachalari jipslashgan kichik zarrachali bo'lgani uchun uni moyning qovushqoq muhitida muallaq turib qolishi, filtrlash jarayonida esa filtr mato yuzasini tez qoplab, uning o'tkazuvchanligi pasaytirishi kuzatilgan. Muammoning yechimi sifatida Karmana opokasimon gilini termik va kungaboqar luzgasini piroliz yo'li bilan faollashtirilgan aralashmasidan iborat kompozitsiyadan iborat filtrlovchi agent tavsiya qilingan edi [5].

Tadqiqotlarda opokasimon gillarni termik faollashtirish bilan nisbiy yuzasi $120 \text{ m}^2/\text{g}$ gacha bo'lgan mezo va makrog'ovaklardan tashkil topgan, adsorbsion g'ovaklarining o'rtacha o'lchami $120 \text{ \AA}$ ni tashkil qiladigan fraksiyasini olindi. Bunday o'lchamli g'ovakliklar yirik molekulali moddalarni (sovun qoldiqlari, fosfolipidlar, oksidlanishning birlamchi va ikkilamchi hosilalari) sorbsiyalash va filtrlashda qo'l keladi. Lekin, kichik o'lchamli moddalarni sorbsiyalash va ion bog'lashda ishtirok etish uchun katta hisoblanadi. Kichik o'lchamli g'ovaklikli tarkibni hosil qilish uchun esa biz tomonimizdan kungaboqar luzgasining $1\text{-}2 \text{ mm}$ gacha maydalangan fraksiyasini $180\text{-}200^\circ\text{C}$ haroratda termik qayta ishlash – kislorodsiz muhitda piroliz qilish yo'li bilan yuzaning nisbiy maydoni $132,14 \text{ m}^2/\text{g}$ gacha oshirilgan, mikrog'ovaklarning nisbiy yuzasi $58,72 \text{ m}^2/\text{g}$ gacha bo'lgan, adsorbsion g'ovaklarning o'rtacha o'lchami $33,1 \text{ \AA}$ dan kichik adsorbent tarkibini olishga erishildi. Bunday tarkibiy tuzilish va adsorbsion ko'rsatkichlar olingan mahsulotlarni kompozitsiyasini yaratish va uni adsorbsion xususiyatga ega filtrlovchi material sifatida qo'llashga asos bo'ladi.

Keyingi tadqiqotlarimizda ushbu filtrlovchi vositaning filtrlash ko'rsatkichlariga ta'sirini tadqiq etildi. Filtrlash jarayonining o'ziga xosligi shundaki, filtrlovchi matoning bo'shliqlari ma'lum bir o'lchamgacha bo'lgan zarralarni o'tkazadi xolos. Filtrlash uchun turli konstruksiyali, jumladan, vakuum ostida va vakuumsiz, davriy va uzluksiz ishlaydigan uskunalardan foydalaniladi [6]. Filtrlash matoli, matosiz va metall to'qimali, shuningdek filtrlashni yengillashtiruvchi qo'shimchalar – filtrlash agentlari yordamida amalga oshiriladi [7].

Filtrlash jarayoni bu bir-biridan farqli dispers tizimdagi suyuqliklarni birini g'ovakli yuzada ushlab qolish va ikkinchisini o'tkazish jarayoni hisoblanadi [8, 9]. Odatda bunday tizimlarga suspenziya (qattiq jism-suyuqlik) va aerozollar (gaz-suyuqlik, gaz-qattiq jism) holidagi aralashmalar kiradi. Bu tizimda yaxlit faza (suspenziyada suyuqlik va aerozolda gaz) va dispers faza tushunchalari mavjud. Nomlanishidan ko'rinib turganidek, dispers tizim alohida qismlardan tashkil topadi va yaxlit fazada tarqaladi. Filtrlash jarayonidan so'ng suspenziya qattiq (yoki namlangan) cho'kma va toza suyuqlikka, aerozol esa toza gaz va qattiq (yoki suyuq) cho'kmaga ajraladi. Bu jarayon bir qarashda oddiy ko'rinishga ega bo'lganligi uchun insoniyat tomonidan eramizdan ko'p asrlar oldin o'zlashtirilgan. Filtrlashning birinchi usullari Misrda suvni qumda yoki qatlamli matoda filtrlashda qo'llangan [10].

Filtrlash yuzasi filtrning asosiy geometrik tavsifini belgilaydi. Filtrlash yuzasi filtrlovchi to'siqdan tashkil topib uning g'ovakliligi filtrning o'tkazish qobiliyatiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etadi [11, 12]. Suyuqlik filtr to'siqning g'ovakliklariga kirib, g'ovaklar oralig'idan erkin o'tishi, dispers faza esa g'ovakliklarda ushlab qolinishi muhim ahamiyatga ega. Agarda dispers tizimdagi qattiq zarrachalar filtr to'sig'ining g'ovaklari o'lchamidan katta bo'lsa, uning sathida cho'kma hosil qilib ushlanib qoladi, agarda o'lchamlari g'ovaklarnikiga yaqin bo'lsa, g'ovaklarning oralig'iga kirib qolishi hisobiga ushlanib qoladi. Zarrachalar o'lchami g'ovakliklar o'lchamidan kichik bo'lsa, qattiq zarracha filtrdan o'tib ketadi (1-rasm).



1-rasm. Filtr matoda zarrachalarni ushlab qolinishi

a) filtr sirtida, b va c) filtr g'ovakliklarida, d) to'siqdan o'tib ketishi

Jarayonda zarrachalar deformatsiyalanmaydigan xususiyatga ega bo'lsa, ular siqilmaydigan cho'kmalar toifasiga kiradi va bosim oshirilishi qarshilikni o'zgartirmaydi [13]. Agarda, jarayonda bosim o'zgarishi zarrachalarni deformatsiyalanishi va zichlashishiga olib kelsa, cho'kma siqiluvchan bo'ladi va qarshilikni oshishiga sabab bo'ladi (2-rasm).

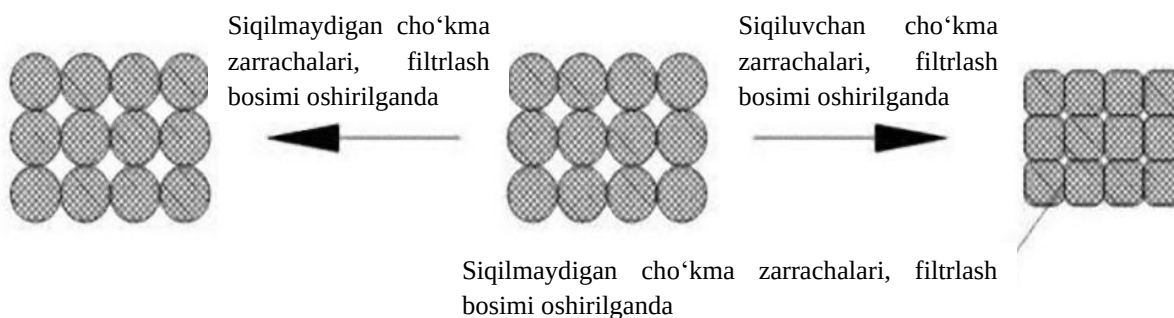
Bizning tajribalarimizda shu narsa kuzatildiki, hosil bo'lgan zarrachalar nafaqat kichik o'lchamli, balki soapstokning zarrachalari namligi natijasida siqiluvchan xarakterga egaligi uchun filtr to'sig'ining (filtr matoning) g'ovakliklarini 1-rasm b) ko'rinishda to'ldirib qolishi kuzatiladi [14, 15]. Muammoning yana bir tomoni shundaki, filtrlanadigan zarrachalar to'siq sirtida ushlanadigan darajadagi kattalikka ega bo'lsa-da, zarrachalar yuqori namlikka egaligi natijasida matoni bo'kish va deformatsiyalanuvchan bo'lganligi uchun filtr to'sig'ining sirtida to'planib, filtrning o'tkazuvchanligini pasaytirishiga olib keladi [3].

Ma'lumki, o'simlik moylarini filtrlashda filtrning o'tkazish qobiliyati muhim rol o'ynaydi [15]. Filtrlash jarayonini Struxal kriteriysi bo'yicha quyidagicha tasvirlash mumkin (1):

$$Sh = \frac{L}{V \cdot t} \quad (1)$$

bu yerda: L – oqimning chiziqli o'lchami, V – oqim tezligi.

Shundan kelib chiqib, filtrlash jarayoni dt vaqt davomida ajratiladigan dV_f hajmdagi filtratdan tashkil topishini inobatga olsak filtrlash tezligi S_f quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi (2):



2-rasm. Filtrdagi bosim ta'sirida zarrachalar o'rtasibagi bo'shliqni o'zgarishi

$$S_f = \frac{dV_f}{(F_f \cdot dt)} \quad (2)$$

Bu yerda: S_f – filtrlash tezligi, F_f – filtrlash yuzasi, dV_f – filtrat hajmi.

Filtrlash tezligi suspenziyani harakatlantiruvchi kuchga to'g'ri va filtrlash yuzasining qarshiligiga teskari proporsional kattalik hisoblanadi. Filtrlash yuzasidagi qarshilik filtr to'sig'ining o'zi va hosil bo'ladigan cho'kmaning qatlam qalinligiga qarab o'zgaradi va shundan kelib chiqib, filtrlash tezligini quyidagicha ifodalash mumkin (3):

$$S_f = \frac{\Delta P}{[\mu \cdot (R_{fp} + r_o \cdot l)]} \quad (3)$$

Bu yerda: ΔP – filtrdagi bosim o'zgarishi (harakatlantiruvchi kuch), Pa, R_{fp} – filtr to'sig'ining qarshiligi, m-1, r_o – cho'kmaning nisbiy qarshiligi, m-2, l – cho'kma qatlami qalinligi, m.

O'z-o'zidan R_{fp} va r_o o'zgaruvchan xususiyatga ega. Filtrlash to'sig'ining qarshiligi g'ovakliklarning qisman to'lib (tiqilib) qolishi hisobiga yoki namlik ta'sirida matoning to'qimalari bo'kish hisobiga oshishi mumkin. r_o nisbiy kattalik bo'lib, cho'kma qalinligining bir birligiga to'g'ri keladi.

Bunda ΔP (Pa) – filtrdagi harakatlantiruvchi kuch filtr to'sig'idagi P_1 va to'siqdagi P_2 bosimlar farqidan tashkil topadi. Ya'ni:

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (4)$$

ΔP ning optimal qiymati P_1 ni yuqori sharoitda va filtr to'sig'ining qarshiligi P_2 ni oshmasligini ta'minlash bilan erishiladi.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Albatta cho'kma zarrachalar deformatsiyalanmaydigan filtrlash jarayoni samarali hisoblanadi. Chunki bu jarayonda cho'kma filtr to'sig'ining ustki qismida to'planadi, uning zarrachalari oralig'idagi bo'shliq mayda zarrachalarni ushlab qolishga xizmat qiladi va filtr matosining ichki to'qimalari orasidagi g'ovaklik bo'sh qoladi R_{fp} qarshilik o'zgarmaydi. Bu filtrning samarali ishlash muddatini uzaytiradi. O'zgaruvchan qarshilik faqatgina r_o , ya'ni cho'kma qatlamining qalinlashishiga bog'liq bo'ladi. R_{fp} -filtr to'sig'ining, bizning holatimizda filtr matoning ichki g'ovakliklari to'lib qolishida uni tozalash qiyin, ba'zan alohida ishlov talab qiladi va jarayonning samaradorligini pasaytirib mehnat sarfini oshiradi.

Tadqiqot usullari.

Sayqallovchi rafinatsiya. Uzoq muddat saqlangan paxta va kungaboqar moylarini sayqallovchi rafinatsiyalash uchun talab darajasigacha tozalash uchun 250 g/l konsentratsiyali kaustik soda eritmasi bilan ortiqcha ishqor sarfi 0,5 birlik belgilagan holda foydalanildi. Neytrallashtirish harorati jarayon boshida 27°C, oxirida 55°C ni tashkil etdi. Soapstokni koagulyatsiyasi uchun 2-3 kg/t miqdorida suv berildi [3].

Filtrlash-oqlash agentini olish. Tadqiqotlarda opokasimon gillarni uksus kislotali faollashtirishda kislotaning 70% konsentratsiyali eritmasida maksimal natijaga erishildi. Bunda gil va kislotali eritmaning nisbati sulfat kislotali ishlov berishdagi kabi, 1:2,5 bo'lgan gidromodul tanlanib, 25-40% kislota sarfida faollashtirildi. Olingan suspenziyalik massa distillangan suv bilan pH qiymati 4-5 ga yetguncha yuvildi. Hosil bo'lgan gil massasi dastlab ochiq sharoitda, so'ngra esa quritish shkafida harorat 110-120°C da, 2 soat davomida quritildi. Quritilgan adsorbent namunalarini disperslik darajasini sorbentlik xususiyatiga ta'sirini hisobga olgan holda, o'lchami 56 mkm (10000 tesh/sm^2) elakdan o'tish darajasi 90% ga yetguncha elandi. Kichik olchamli g'ovaklikli tarkibni hosil qilish uchun esa biz tomonimizdan kungaboqar luzgasining 1-2 mm gacha maydalangan fraktsiyasini 180-200°C haroratda termik qayta ishlash-kislorodsiz muhitda piroliz qilish bilan erishildi. Olingan ikkala reagentni 70:30 nisbatda aralashtirilgan kompozitsiyasi olindi va moylarga ishlov berishda foydalanildi [5].

Filtrlash-oqlash agenti bilan ishlov berish. Bunda sayqallovchi rafinatsiyalangan moylarni reagent bilan moy massasiga nisbatan 0,25-2,0% miqdorida qo'shib, 15-30 min davomida 60°C haroratda aralashtirildi va DST 332-91 [16] ga mos keluvchi filtr mato orqali filtrlash bosimini 0-0,5 MPa oralig'ida ta'minlagan holda romli filtrlarda filtrlendi. Filtrlash bosimi 0,5 MPa oshganda va oqim tezligi 0,02 kgs/m² dan tushib ketganda jarayon to'xtatildi. Shuningdek, filtrlash jarayonining eng yuqori davomiyligi 10 soatgacha, filtr yuzasidagi cho'kmaning qalinligi 10 mm gacha deb qabul qilindi.

Moyning namligini ISO 662:2016 bo'yicha tortish usulida aniqlandi [17].

Paxta moyining rangini Lovibond (Model E) tintometrda 13,5 sm qalinlikdagi kyuvetada doimiy 35 sariq birlik bo'yicha qizil birliklarda, kungaboqar moyining rangini esa mg J shkala bo'yicha o'lchandi [18].

Kislota soni ISO 660:2020 bo'yicha titrlash usulida aniqlandi [19].

Perekis soni ISO 3960-2020 bo'yicha yodometrik titrlash usulida aniqlandi [20].

Natijalar va muhokama.

O'lchamlari g'ovakliklardan katta bo'lgan zarrachalar filtrllovchi to'siq yuzasida ushlab qolinsa, kichik zarrachalar filtrllovchi g'ovakliklar ichida to'planadi va filtrlash samaradorligini oshiradi. Ya'ni katta zarrachalar cho'kma hosil qilsa, kichik zarrachalar g'ovakliklarda tiqilib qoladi. Shuning uchun filtrlashning avvalida suyuqlik xira bo'lsa keyinchalik tiniqlashadi. Amalda moyni filtrlashda bu ikkala jarayon birga kechadi.

Shunday qilib, biz filtrlash jarayonini quyidagi sharoitlarda olib borishimiz mumkin: filtrdagi bosim o'zgarmas ($\Delta P = \text{const}$), filtrlash tezligi o'zgarmas ($S_f = \text{const}$), cho'kma qalinligi nazorat qilinadigan oqim va bosim o'zgaruvchan ($\Delta P, S_f = \text{var}$).

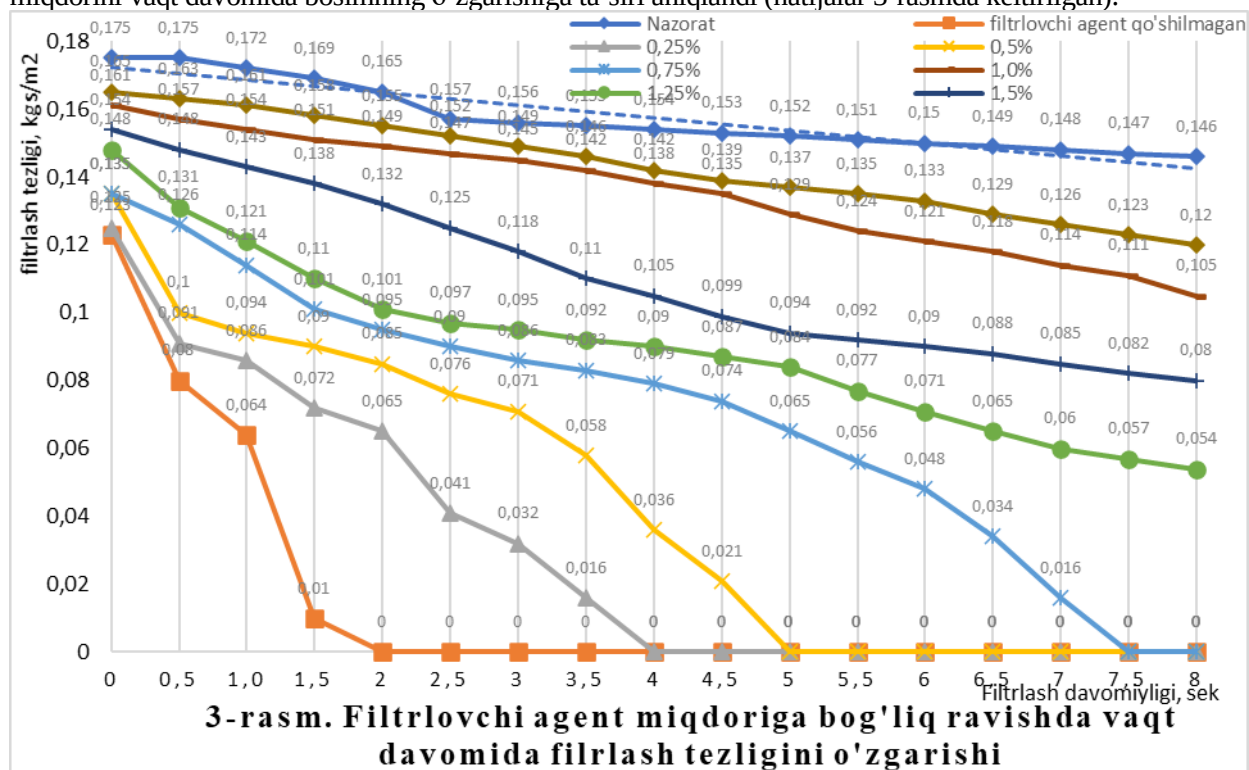
Bosim o'zgarmas bo'lgan $\Delta P = \text{const}$ sharoitda vaqt davomida cho'kma qatlami S_f qalinlashib borishi bilan filtrlash tezligi pasayib boradi, Filtrlash tezligi o'zgarmas $S_f = \text{const}$ sharoitda cho'kma qalinligi S_f qalinlashib borishi bilan nasos bilan bosim oshirib boriladi. Odatda bosim 0,5 MPa dan oshishi filtr matoni shikastlanishiga olib kelgani uchun, bosimni 0,3 MPa dan oshirish tavsiya etilmaydi. Ikkinchidan, bosimning bu chegaradan oshirilishi, zarrachalarni plastifikatsiyalab, g'ovakliklarni to'lib qolishiga sabab bo'lishi mumkin.

Markazdan qochma nasos bilan oqim hosil qilinganda vaqt davomida cho'kma qalinligi oshib borishi bir vaqtning o'zida ham bosim, ham filtrlash tezligini o'zgarishiga olib keladi.

Bugungi kunda filtrlash yuzalarini takomillashtirilishi natijasida zarrachalari g'ovakliklardan kichik bo'lgan zarrachalarni ham g'ovakliklar orasida ushlab qolish imkoniyatlari mavjud. Buning uchun filtrning g'ovakliklari adsorbsion faollikga ega bo'lishi, filtrlanuvchi dispers tizim esa qutblilikka ega bo'lishi kerak.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Tajribalarda ishqoriy rafinatsiyalangan, sayqallovchi rafinatsiyalangan, filtrlovchi agent qo'shilmagan va 0,25% dan 2,0% gacha qo'shilgan moy namunalarini DST 332-91 mos keluvchi BF (filtrlovchi belting) matosida filtrlash ko'rstgichlari o'rganildi. Dastlab bosimning yuqori chegarasi 0,3 MPa bo'lgan sharoitda filtrlash tezligini tadqiq etildi. Tajriba natijalari 3-rasmda keltirilgan. Keyin esa xuddi shu namunalarni filtrlashda filtrlovchi agent miqdorini vaqt davomida bosimning o'zgarishiga ta'siri aniqlandi (natijalar 3-rasmda keltirilgan).



Nazorat uchun rafinatsiyalanmagan moyni ishqoriy rafinatsiyalangan va avval cho'ktirish yo'li bilan tozalangan moyni filtrlandi (3-rasm, nazorat tajribasi). Bunda filtrlashning dastlabki tezligi 0,175 kg/m² ni tashkil etdi. Filtrlash jarayoni 1 soatgacha davom ettirilganda oqim tezligi sezilarli o'zgarishi qayd etilmadi. 1,5-4 soat ichida filtrlash tezligi 0,169 dan 0,154 kg/m² gacha pasayishi, 8 soatda esa 0,146 kg/m² gacha, ya'ni jami 8 soatlik ish jarayonida 0,029 kg/m² ga pasayishi kuzatildi.

4-rasmda namunalarni filtrlash jarayonida qo'llangan filtrlovchi agentni miqdoriga bog'liq ravishda bosimning o'zgarishini kuzatishimiz mumkin. Jumladan, nazorat tajribasida boshlang'ich bosim 0,1 MPa ni tashkil etib, tadqiq etilgan dastlabki 6 soat davomida bosimning oshishi deyarli tekis chiziqli ko'rinishga ega va soatiga 0,2 MPa ni tashkil etib, 0,23 MPa gacha oshdi. Keyingi 6-8 soat oralig'ida esa sezilarli oshib, 0,33 MPa gacha yetdi.

Ishqoriy rafinatsiyalangan moyning tarkibidagi soapstok zarrachalari koagulyatsiyalangan yirik zarrachalar bo'lgani uchun cho'ktirish jarayoni samarali kechishi va moydagi qoldiq zarrachalar miqdori kam bo'lgani uchun bosimni vaqt davomida deyarli tekis oshishi hisobiga filtrlash tezligini sezilsiz pasayishi bilan izohlanadi va ko'rinib turganidek, 8 soatlik smenada filtrni tozalash yoki matoni almashtirish zaruriyati tug'ilmadi.

Sinov tajribalarida sayqallovchi rafinatsiyalangan, filtrlovchi agent qo'shilmagan va 0,25% dan 2,0% gacha qo'shilgan moy namunalarini filtrlashda tezlik va bosimning o'zgarishlari tadqiq etildi.

Tajriba natijalaridan ko'rinib turganidek (3- va 4-rasmlar), filtrlovchi agent qo'shilmagan namunalarni filtrlash jarayonida, nazorat namunalaridan farqli ravishda, 1-2 soat oralig'ida bosimning 0,1 MPa dan 0,36 MPa gacha oshib ketishiga qaramasdan filtrlash tezligi 0,123 kg/m² dan 0,01 kg/m² gacha, ya'ni amalda to'xtab qolishiga olib keldi.

Sayqallovchi rafinatsiyalangan moylarni filtrlashdan oldin moy massasiga nisbatan 0,25 dan 0,75% gacha biz tavsiya etayotgan filtrlovchi agent qo'shilishi moyni filtr to'siqlaridan oquvchanligini 2 soatdan 7 soatgacha oshirish imkonini bergan bo'lsa-da (4-rasm), 0,25% reagent qo'shilgan moyni filtrlash bosimi 2,5 soatda, 0,5% reagent qo'shilgan moyda esa 5 soatda reglament me'yorlaridan oshib ketgani kuzatildi. Buning asosiy sababi

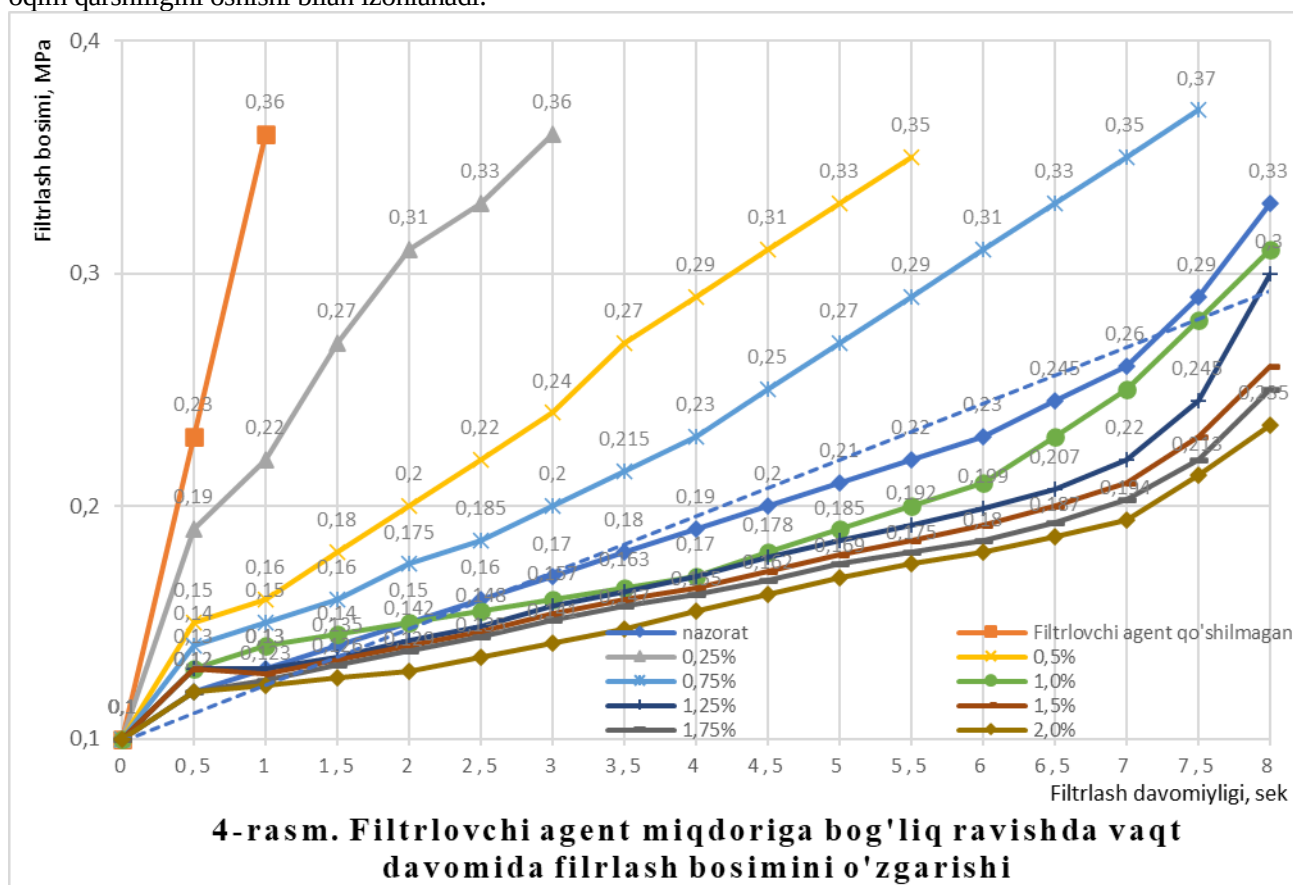
*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

aynan tajriba olib borilgan moy namunasidagi ushlab qolinishi kerak bo'lgan zarrachalarning miqdori reagent sarfiga nisbatan yuqoriligi natijasida filtr mato sirtida plastifikatsiyalanuvchi qatlamni hosil qilishi va tirqishlarni tez to'lib qolishiga, filtrlash tezligi pasayuvchi shroitda ham bosimning qisqa vaqt oralig'ida keskin oshishiga olib kelishi bilan tushuntirilishi mumkin.

Sinov tajribalarida moyga qo'shilayotgan filtrlovchi agent miqdorini 0,75-1,5% gacha qo'shilishi dastlabki filtrlash tezligini 0,135 kg/m² dan 0,161 kg/m² gacha oshishini hamda 8 soatlik tajriba davrining to'liq siklida filtrning o'tkazuvchanligi pasayib borsa, saqlanib qolishiga (1-rasm), filtrlash bosimini esa me'yordan oshib ketmasligini ta'minladi.

Sayqallovchi rafinatsiyalangan moyga qo'shiladigan reagent sarfi 1,5-2,0% gacha oshirilishi filtrlashning dastlabki tezligini 0,154 kg/m² dan 0,165 kg/m² gacha oshishi va 8 soatlik tajriba davrining oxirida 0,105 kg/m² dan 0,120 kg/m² gacha saqlab qolinishiga (4-rasm), shu bilan birga filtrlash bosimini barcha vaqt oralig'ida nazorat namunasiga xos ravishdagi oshishi va reglament me'yorlaridan oshmaganligi kuzatildi.

Tajribalarda shu narsa kuzatildiki, barcha namunalarda filtrlashning dastlabki 30 min vaqtida bosimning keskin oshishi kuzatiladi. Bu holat filtrning tosiqli yuzasida cho'kma qatlamining paydo bo'lishi, to'siqlarning oqim qarshiligini oshishi bilan izohlanadi.



Keyinchalik bosimning tekis o'zgaruvchan va boshlang'ich davrdagiga nisbatan sekinroq ravishda o'zgarishi filtrning to'siqlari ustida bizning pirovard maqsadimiz hisoblangan mustahkam g'ovaksimon qatlamni hosil bo'lgani va cho'kma qatlami qalinlashishiga qaramasdan bu drenaj strukturani saqlanib qolishidan darak beradi.

Filtrlash tezligi jihatidan eng yuqori natijalar moy massasiga nisbatan 2,0% miqdorida reagent qo'llanganda kuzatildi. Lekin, bosim o'zgarishining etalon sifatida olingan nazorat namunasiga yaqin ko'rsatkichlari reagent sarfi 0,75-1,5% bo'lgan vaqtda erishildi. Agarda, reagent sarfi va foydalanilgan filtrlovchi agentning o'zi bilan olib chiqib ketadigan moylilik darajasi ahamiyatli ekanligini inobatga olsak, amalda moyni filtrlash uchun qo'llanadigan reagent miqdori 0,75-1,0% bo'lishi yetarli degan xulosaga kelish mumkin. Biroq, olingan natijalar bir partiyadagi moylarga tegishli bo'lib, boshqa ko'rsatkichlarga ega moylarni sayqallovchi rafinatsiyalashdan keyingi cho'kma miqdori jarayonga qanday ta'sir qilishi noma'lum.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Shuning uchun, keyingi tadqiqotlarimizda, filtr yuzasida to'planadigan cho'kma qalinligini filtrlash jarayoni bosimi va tezligi o'zgarishiga ta'sirini eksperimental yo'l bilan aniqladik. Bunda, reglament bo'yicha filtrlash jarayonida filtr matoning tavsifiy ko'rsatkichlaridan kelib chiqib, bosimning nominal darajasi 0,3 MPa va yuqori chegarasi 0,5 MPa dan oshmasligi kerakligi, filtr yuzasida hosil bo'ladigan cho'kma qalinligi 7-9 mm ga yetganda va bir smenada (8 soatda) kamida bir marta tozalanishi kerakligidan kelib chiqqan holda tajribalar o'tkazildi. Tajriba natijalari 1- va 2-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

Filtr yuzasida hosil bo'ladigan cho'kma qalinligiga bog'liq ravishda bosimning o'zgarishi

Filtrlovchi agent miqdori, %	Qatlam qalinligi, mm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Filtrlash bosimi, MPa									
Nazorat	0,08	0,14	0,20	0,25	0,3	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50
0,00*	0,20	0,35	0,50	x	x	x	x	x	x	x
0,25	0,15	0,25	0,36	0,45	0,51	x	x	x	x	x
0,50	0,13	0,22	0,29	0,34	0,39	0,42	0,46	0,50	x	x
0,75	0,13	0,20	0,25	0,30	0,34	0,38	0,41	0,45	0,49	x
1,00	0,10	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43
1,25	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,26	0,29	0,34	0,38
1,50	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,29	0,33
1,75	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28
2,00	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24

*-filtrlovchi agent qo'shilmagan namuna, x – bosim ruxsat etilgandan oshgani uchun filtrlash to'xtatilgan

1-jadvaldan ko'rinib turganidek, nazorat namunalarida dastlabki 1 mm gacha cho'kma qatlami hosil bo'lishida filtrlash bosimi sezilarli o'zgarmaydi va keyingi 2-6 mm gacha cho'kma qatlami hosil bo'lishi jarayonida bosim 0,14-0,34 MPa gacha oshadi va 6-9 mm gacha qatlam qalinligi paydo bo'lishida reglamentdagi nominal bosimdan ko'tarilib, 10 mm gacha qatlam hosil bo'lishi bilan bosim ruxast etilgan 0,5 MPa dan oshib ketgani tufayli filtrlash jarayonini to'xtatildi.

2-jadval

Filtr yuzasida hosil bo'ladigan cho'kma qalinligiga bog'liq ravishda filtrlash tezligining o'zgarishi

Filtrlovchi agent miqdori, %	Qatlam qalinligi, mm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Filtrlash tezligi, kg s/m ²									
Nazorat	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14
0,00*	0,12	0,06	0,03	x	x	x	x	x	x	x
0,25	0,13	0,09	0,06	0,03	0,02	x	x	x	x	x
0,50	0,14	0,11	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	x	x
0,75	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
1,00	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
1,25	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07
1,50	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,09
1,75	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09
2,00	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11

Sayqallovchi rafinatsiyalangan va filtlovchi agent bilan ishlov berilmagan namunani filtrlash jarayonida cho'kma qatlami qalinligi 2 mm gacha yetishi bilan, cho'kmaning deformatsiyalanuvchi plastik strukturaga egaligi natijasida, o'z g'ovakligini yo'qotadi va oqimga qarshiligi yuqori bo'lgan qatlamni hosil qilishi bilan qatlam qalinligi 3 mm gacha yetganda bosim ruxsat etilgan chegaradan oshib ketadi. Filtrlash yuzasidagi cho'kmaning

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

oqimga teskari ta'sir qiluvchi qarshiligi yuqoriligi 2-jadvaldagi mos ravishdagi ma'lumotlardan (Filtrlovchi agent qo'shilmagan namuna) qatlam qalinligi 3 mm gacha yetganda oqim tezligi $0,03 \text{ kg s/m}^2$ (100 kg soat/m^2) dan pasayib ketishida ham ko'rishimiz mumkin.

Filtrlovchi agent qo'shilishi va uni miqdori oshirib borilishi bilan qatlam qalinligi oshishiga qaramasdan filtrlash bosimi sekin oshishi va oqim tezligini sekin pasayishi kuzatildi. Masalan, filtrlovchi agent miqdori 0,75% bo'lganda cho'kmaning 1 mm qatlamida jarayondagi bosim 0,13 MPa bo'lsa, qatlam qalinligi 9 mm ga yetganda ruxsat etilgan chegaraviy me'yor 0,5 MPa ga yetadi. Filtrlash tezligi ham mos ravishda pasayishi kuzatiladi. Jumladan, cho'kma qalinligi 1 mm ga yetganda filtrlash tezligi $0,14 \text{ kg s/m}^2$ ni tashkil etgan bo'lsa, qatlam qalinligi 9 mm ga yetganda filtrlash tezligi $0,03 \text{ kg s/m}^2$ gacha pasaygan, lekin texnologik jihatdan qoniqrli darajada saqlanib qolgan.

Filtrlovchi agent miqdori 1,0% ni tashkil etganda cho'kmaning 1 mm qatlamida jarayondagi bosim 0,10 MPa bo'lsa, qatlam qalinligi 9 mm ga bosim 0,39 MPa ni tashkil etadi. Cho'kma qalinligi 1 mm ga yetganda filtrlash tezligi $0,15 \text{ kg s/m}^2$ ni tashkil etgan bo'lsa, qatlam qalinligi 9 mm ga yetganda filtrlash tezligi $0,05 \text{ kg s/m}^2$ gacha pasaygan.

Filtrlovchi agent miqdorini moy massasiga nisbatan 1,25-2,0% gacha qo'shilishi jarayonda boshlang'ich bosimning 0,10 MPa dan 0,07 MPa gacha pasayishini, cho'kma qatlami qalinligi 9 mm gacha yetganda esa 0,34 MPa dan 0,21 MPa gacha pasayishiga olib keldi va 2,0% qo'shilganda filtrlash tezligini $0,12 \text{ kg s/m}^2$ gacha saqlanib qolishiga erishildi.

Xulosa.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida biz taklif qilayotgan filtrlovchi-oqlovchi agentni qo'llashda quyidagi prinsiplarga asoslanish mumkin:

- cho'kma qatlami qarshiligi natijasida oqim tezligi pasayishini oldini olish uchun filtrlash yuzasini oshirish mumkin. Lekin, konstruktiv jihatdan bu sharoitga erishish mumkin emas;

- filtrlash bosimini oshirish. Romli filtrlash uskunalarida filtrlovchi matolar ishlatilgani va matolarning samarali ishlashi ma'lum bir bosim oralig'ida kechishi ma'lum. Masalan, BF markali filtr matolar 0,5 MPa gacha bo'lgan bosimda ishlashga mo'ljallangan bo'lib, matoning zaxira bardoshlilik darajasini saqlab qolish uchun 0,3-0,4 MPa gacha bosimda ishchi rejimiga ega;

- filtralanuvchi materialni qovushqoqligini pasaytirish. O'simlik moylarida qovushqoqlikni pasaytirish uchun ularning haroratini oshirish tavsiya qilinadi. Lekin, harorat oshishi bilan moyning qovushqoqligi kamayishiga erishilsada, uning reaksiya qobiliyati ham oshib, hamroh moddalarni moyda erishi, tarkibidagi cho'kmaning qovushqoqligi pasayishi va deformatsiyalanuvchi plastikli oshishiga, ya'ni siqiluvchan holga o'tishiga sabab bo'ladi va filtrlash samarasini pasaytiradi;

- cho'kmaning nisbiy siqiluvchanligi va qarshiligini kamaytirish. Bunda filtrlovchi yuzaga, unda ushlanib qolishi mumkin bo'lgan, drenaj xususiyatiga ega siqilish darajasi past bo'lgan va moyni qovushqoqligi pasayishi uchun haroratning oshirilishiga chidamli jism kiritilishi kerak. Tadqiqotlarimiz natijasida olingan, opokasimon gilni termik va kungaboqar luzgasini piroliz yo'li bilan tayyorlangan aralashmasidan iborat kompozit tarkibli filtrlovchi agent aynan mana shunday tarkibga ega. Materialga drenaj va adsorbsion faollik berish uchun bu aralashmaga nisbatan kuchsiz uksus kislotasi bilan ishlov berish orqali mikrog'ovaklarining nisbiy yuzasi $58,72 \text{ m}^2/\text{g}$ gacha, adsorbsion g'ovaklarning o'rtacha o'lehami $33,1 \text{ \AA}$ gacha bo'lgan, 200°C gacha haroratga chidamli tarkib olingan. Bu tarkibning kristall strukturasi to'liq buzilmagani uchun u siqiluvchanlikka ega emas. Natijada, birinchidan, filtrlash jarayonida to'siq va cho'kma o'rtasida g'ovakli drenaj vazifasini o'taydi, ikkinchidan, aralashma adsorbsion faollikga egaligi natijasida qutbli zarrachalarni ion bog'lanish orqali hamda yutilish hisobiga ushlab qoladi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Shcherbakov V.G. Polucheniye rastitel'nykh masel [Obtaining vegetable oils]. M.:Kolos, 1992. 357.
2. Kalashnikova S.V., Manzhesov V. I., Maksimov I.V. Istoriya proizvodstva zhirov, efirnykh masel i parfyumerno-kosmeticheskikh produktov [History of production of fats, essential oils and perfumery and cosmetic products]. M.:Lan', 2023, 200.
3. Erkayeva N. CH., Ashurov F. N., Khamidova M. O., Aħmedov A. N. Razrabotka sposoba shlifovochnoy rafinatsii pervichno okislennykh rastitel'nykh masel [Development of a method for grinding refining of primarily oxidized vegetable oils]. Razvitiye nauki I tekhnologiy, 2024, 3, 124-133.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

4. Boyjanov N., Serkayev K. Tabiiy va faollashtirilgan opokasimon gillardan sorbent sifatida foydalanish imkoniyatlari tadqiqi [Study of possibilities of using medicinal and activated opaque clays as sorbents]. Central Asian Food Engineering and Technology, 2024, 2(5), 179–188.
5. Boyjanov N., Erkayeva N., Hamidova M., Axmedov A., Serkayev Q. Sayqallovchi rafinatsiyalangan o'simlik moylarini filtrlashda oqlovchi-filtrlovchi agentlarni qo'llash [The use of bleaching and filtering agents in the purification of highly refined vegetable oils]. Kimyo va kimyo texnologiyasi, 2025, 1, 64-71. DOI:<https://doi.org/10.59048/cce202518>.
6. Romankov P.G. Osnovy protsessov khimicheskoy tekhnologii [Fundamentals of chemical engineering processes]. L.:Khimiya, 1987, 720.
7. Zemskov V.I. Kharakteristika tseolitov, ispol'zuyemykh v kachestve fil'truiyushchego materiala v konicheskoy tsestrifuge [Characteristics of zeolites used as filter material in a conical centrifuge]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007, 6(32), 52-53.
8. Zhuzhikov V.D. Fil'trovaniye [Filtration]. M.: Khimiya, 1971, 420.
9. Yentov V.M. Teoriya fil'tra [Filter Theory]. Fizika: Sorovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. 1998, 2, 121-128.
10. Rudik, F. YA. Protsessy ekskrofizicheskoy ochistki zhidkostey [Processes of exocrophysical purification of liquids]. Vavilovskiy chteniya: materialy Mezhdunarodnoy konferentsii. Saratov, 2009, 2, 480-489.
11. Martsulevich N.A., Ostrovskiy G.M. Modelirovaniye protsessa fil'tratsii s obrazovaniyem szhimayemogo osadka [Modeling of the filtration process with the formation of a compressible sediment]. Teoreticheskiye osnovy khimicheskikh tekhnologiy. 1999, 33(2), 1-4.
12. Malyshev D.V., Kortkov T.G. Sootnosheniye mezhdu poristost'yu szhimayemogo osadka i yego udel'nyy soprotivleniyem v protsesse fil'trovaniya [Relationship between the porosity of compressed sediment and its specific resistance during filtration]. Izvestiya VUZov Pishcheyaya tekhnologiya, 2003, 2-3, 82-85.
13. Zhan Wang, Jinshu Chu, Xinmiao Zhang, Study of a cake model during stirred dead-end microfiltration. Desalination. 2007, 217, 127-138.
14. https://oil-filters.ru/filtration_process.
15. I.N. Beloglazov, V.O. Golubev. Osnovy rascheta fil'tratsionnykh protsessov [Fundamentals of Calculating Filtration Processes]. M.:Ruda i Metally, 2002, 210
16. Mezhhgosudarstvennyy standart GOST 332-91. Tkani khlopchatobumazhnyye i smeshannyye surovyye fil'tral'nyye. Tekhnicheskkiye kharakteristiki [Cotton and mixed harsh filter fabrics. Technical characteristics]. Izdatel'stvo Standartinforminform. 2007, 10.
17. ISO 662:2016. Animal and vegetable fats and oils. Determination of moisture and volatile matter content. -Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2017. 14. <https://www.iso.org/ru/standard/69592.html> (accessed 11.02.2025)
18. ISO 15305:1998. Animal and vegetable fats and oils - Determination of Lovibond colour. -Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2001. 11. <https://www.iso.org/obp/ui/ru/iso:std:iso:15305> (accessed 11.02.2025)
19. ISO 660:2020. Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid value and acidity. -Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2021. 16. <https://www.iso.org/standard/75594.html> (accessed 12.02.2025).
20. ISO 3960:2020. Animal and vegetable fats and oils Determination of peroxide value. Iodometric (visual) determination by end point. -Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2021. 12. <https://files.stroyinf.ru/Index/76/76043.htm/> (accessed 15.02.2024)

Mualliflar:

Boyjanov N. I. - Urganch davlat universiteti tayanch doktoranti.

Erkayeva N.Ch. - Qarshi davlat texnika universiteti, “Qishloq xo'jalik mahsulotlarini yetishtirish va qayta ishlash texnologiyasi” kafedrası assistenti.

Hamidova M.O. - Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Yog'-moy va kosmetika mahsulotlari texnologiyasi” kafedrası dotsenti, PhD.

Axmedov A.N. - Qarshi davlat texnika universiteti, “Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi” kafedrası professori.

Serkayev Q. P. - Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Yog'-moy va kosmetika mahsulotlari texnologiyasi” kafedrası professori.

Qishloq xo'jaligi

UO'T: 631.4, 631.61

PROPERTIES OF IRRIGATED GRAY-MEADOW SOILS OF GULISTAN DISTRICT (based on the example of the experimental site of GulSU)

GULISTON TUMANI SUG'ORILADIGAN BO'Z-O'TLOQI TUPROQLARINING XOSSALARI (GulDU tajriba maydoni misolida)

СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЁМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ГУЛИСТАНСКОГО РАЙОНА (на примере опытного участка ГулГУ)

Xodjiyev Muksin Tadjiyevich, Turdimetov Shaxobiddin Muxiddinovich, Musurmanov Alisher Amirqulovich, Kurdashev Kudrat Davlyatovich

Guliston davlat universiteti. 120100. Sirdaryo viloyati, Guliston shahri, IV-mavze

E-mail: qurdashevqudrat@gmail.com

Abstract. The article presents new data on the mechanical composition, geomorphological and lithological conditions, parent rocks, general physical and agrochemical properties of widespread irrigated sierozem-meadow soils in the M. Ulugbek massif of the Gulistan district, as well as their changes and manifestations depending on the degree of salinization. The soil formation conditions of the study area are hydromorphic (wet) and semi-hydromorphic (semi-wet), while meadow-sierozem soils are widespread here, occupying the main part of the massif. Due to the close occurrence of mineralized groundwater to the soil surface, there is a constant moistening of the lower horizons, which contributes to the appearance of salt spots in the arable layer and the formation of salinization of varying degrees. In this regard, the study of their mechanical composition, general physical properties, humus and nutritional content, as well as the type and degree of salinization is of great importance. A comprehensive analysis of the agrophysical and agrochemical properties of these soils and the degree of their salinization allowed us to develop conclusions and recommendations aimed at improving their physical condition, restoring and increasing fertility.

Keywords: Irrigated meadow soil, humus, nitrogen, phosphorus, potassium, mechanical composition, density, degree of salinity, type of salinity, melioration, surface water.

Annotatsiya. Maqolada Guliston tumani, M.Ulug'bek nomli massivida keng tarqalgan sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuproqlarning mexanik tarkibi, geomorfologik va litologik sharoitlari, tuproq hosil qiluvchi jinslari, umumiy fizikaviy va agrokimyoviy xossalari uning sho'rlanganlik darajasiga bog'liq holda, o'zgarishi va namayon bo'lishi haqidagi yangi ma'lumotlar keltirib o'tilgan. Tadqiqot olib borilgan hududning tuproq paydo bo'lish sharoitlari gidromorf (namchil) va yarim gidromorf (yarim namchil) sharoitda bo'lib, asosan bo'z-o'tloqi tuproqlar keng tarqalgan va massivning asosiy qismini qamrab olgan. Ushbu tuproqlarda minerallashgan sizot suvlari sathi tuproq yuzasiga yaqin joylashganligi sababli, tuproq osti qatlami doimiy namlanib turishi hisobiga haydov qatlamida tuzli dog'larni paydo qilganligi va turli darajada sho'rlanishni yuzaga keltirganligi kuzatiladi. Shu sababli uning mexanik tarkibi, umumiy fizik xossalari, gumus va oziqa elementlar bilan taminlanganlik darajasi hamda sho'rlanish tipi va darajasini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tuproqlarning agrofizikaviy, agrokimyoviy xossalari va sho'rlanish darajasini atroflicha tahlil qilingan holda, uning fizikaviy holatini yaxshilash, unumdorligini tiklash va oshirishga qaratilgan xulosalar va tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuproq, gumus, azot, fosfor, kaliy, mexanik tarkib, zichlanish, sho'rlanish darajasi, sho'rlanish tipi, melioratsiya, sizot suv.

Аннотация. В статье приведены новые данные о механическом составе, геоморфологических и литологических условиях, почвообразующих породах, общих физических и агрохимических свойствах широко распространённых орошаемых серозёмно-луговых почв на массиве имени М. Улугбека Гулистанского района а также их изменении и проявлении в зависимости от степени засоления. Условия почвообразования исследуемой территории носят гидроморфный (влажный) и

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

полугидроморфный (полувлажный) характер, при этом здесь широко распространены лугово-серозёмные почвы, занимающие основную часть массива. Из-за близкого залегания минерализованных грунтовых вод к поверхности почвы происходит постоянное увлажнение нижних горизонтов, что способствует появлению солевых пятен в пахотном слое и формированию засоления различной степени. В связи с этим изучение их механического состава, общих физических свойств, содержания гумуса и элементов питания, а также типа и степени засоления имеет важное значение. Комплексный анализ агрофизических и агрохимических свойств данных почв и степени их засоления позволил выработать выводы и рекомендации, направленные на улучшение их физического состояния, восстановление и повышение плодородия.

Ключевые слова: Орошаемая луговая почва, гумус, азот, фосфор, калий, механический состав, плотность, степень засоления, тип засоления, мелиорация, поверхностные воды.

Kirish. Hozirgi kunda zamonaviy dehqonchilikni yuritishda va undan foydalanishda tuproq unumdorligini oshirish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda. Jumladan, sug'oriladigan tuproqlar unumdorligini ortishida uning mexanik, umumiy fizikaviy, agrokimyoviy va kimyoviy xossalari ahamiyati kattadir.

Meliorativ holati og'ir tuproqlar unumdorligini tiklash va oshirish uzoq muddat va katta xarajat talab etadigan jarayon bo'lib, tuproq unumdorligini ortib borishi uning barcha xossa va xususiyatlari mexanik tarkibi bilan chambarchas bog'liqdir. Shu bilan bir qatorda tuproqning issiqlik rejimi, havo harorat tartiboti, solishtirma qarshiligi, tuproqqa ishlov berish texnologiyasi, suv-tuz tartiboti va muvozanati (tuz balansi), tuproq namligi va o'simliklar uchun zarur bo'lgan oziqa moddalarning miqdori shular jumlasidandir.

Tuproq unumdorligini belgilovchi omillar orasida, uning gumus bilan ta'minlanganlik darajasi, mexanik va mineralogik tarkibi uning asosiy xossalari ekanligini ta'kidlash lozim. Izlanishlardan maqsad ham shundan iboratki, tajriba maydonining turli darajada sho'rlangan tuproqlarini qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishidagi asosiy xossalari biri bo'lgan gumus va oziqa elementlar bilan ta'minlanganlik darajasi va turli darajada sho'rlanganlik darajasini aniqlash va intensiv dehqonchilik yuritishda tuproqlarning boshqa xossa va xususiyatlarini hisobga olgan holda ushbu sug'oriladigan maydon tuproq unumdorligini oshirish va undan uzoq yillar maboynida samarali foydalanishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. R.Qurvantayev va boshqalar [1] fikriga ko'ra, tuproq mexanik tarkibi tuproqdagi butun jarayonlarni boshqarishda ishtirok etib, o'z navbatida tuproqdan foydalanish sohasida zarur bo'lgan butun tadbirlarni ishlab chiqishda asosiy ko'rsatkich bo'lib xizmat qiladi.

Tuproq unumdorligini ortib borishi uning umumiy fizikaviy, fizik-kimyoviy, agrokimyoviy, biologik va boshqa xossalari uning mexanik tarkibi bilan chambarchas bog'liqdir. Shu bilan bir qatorda tuproqning tuz to'planish, qayta sho'rlanish, va oziqa moddalar miqdoriga katta ta'sir ko'rsatadi. Mirzacho'l vohasida olib borilgan tajribalarda turli geomorfologik sharoitda shakllangan sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuproqlarning xossalari ham turlicha bo'lishligi aniqlangan [2-7].

Tuproq gumusining tarkibiy qismlarini aniqlash bo'yicha M.M.Toshqo'ziyev [8] tomonidan ko'plab ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Shulardan, och tusli bo'z tuproqlar mintaqasining tuproqlarini shuqur o'rganilib, tuproqlari tarkibida gumus miqdori 1,0-1,5 foiz atrofida, sho'rlangan tuproqlarda esa 1,0 foizgacha tashkil etishini aniqlagan. Bu miqdordagi gumus hudud tuproqlari ushun xos va mos bo'lgan unumdor tuproq deb hisoblangan. Ushbu sug'oriladigan mintaqada tuproqlarida doimiy gumus va oziqa elementlar dinamikasini o'rganib borish va tuproq jarayonlarini boshqarish muhim ahamiyat kasb etishini ta'kidlagan.

O'simliklar butun vegetatsiya davri davomida tuproq tarkibidan o'zi uchun kerakli bo'lgan oziqa elementlarini o'zlashtirib, hosil bilan birga ko'plab mineral va organik moddalarni olib chiqib ketadi. Ekin maydonlarida bir turdagi o'simlikni ko'p yillar maboynida takroran qayta ekilishi bu bir turdagi organomineral moddalarning yetishmovchiligiga olib keladi. Bu esa tuproq unumdorligini tushib ketishiga sezilarli ta'sir etadi [9].

Respublikamizning sug'oriladigan tuproqlari gumus va oziqa elementlar bilan ta'minlanganlik darajasiga ko'ra, bo'z tuproqlar mintaqasi nisbatan yuqori ta'minlanganligi bilan ajralib turadi va voha tuproqlarida esa bu ko'rsatkich aksinchadir. Olib borilgan ko'p yillik ilmiy tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, vohada keng tarqalgan sug'oriladigan o'tloqi-allyuvial, o'tloqi va botqoq-o'tloqi tuproqlar ichida nisbatan botqoq-o'tloqi tuproqlarida gumus miqdori yuqori ekanligi ilmiy asoslangan [10].

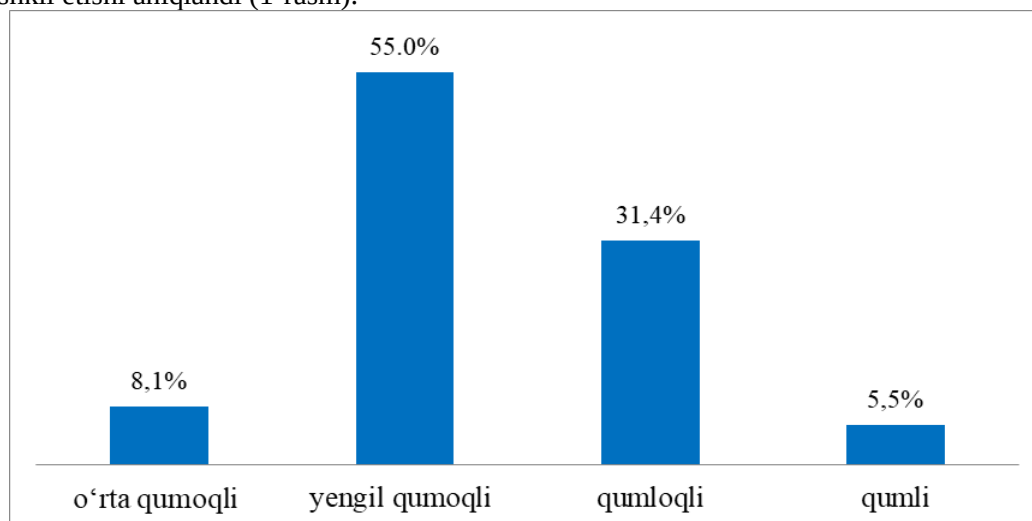
*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

Tuproq eritmasida tuzlarning to'planishi va harakatlanishi bir zanjirning tarkibiy qismi hisoblanib, meliorativ muammolarni yechishda ularni o'zaro bog'liqlikda ko'rib chiqish nihoyatda muhimdir. Tuproq hosil bo'lish jarayonida sizot suvlarining ahamiyati ayniqsa katta bo'lib, ular sho'rlangan tuproqlar tuz tartibotining shakllanishida har tomonlama ta'sir ko'rsatadi [11].

Tadqiqot obyekti sifatida Sirdaryo viloyati, Guliston tumani M.Ulug'bek nomli massivdan ajratilgan Guliston davlat universiteti tajriba maydonining sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuprog'i olindi. **Tadqiqotlar uslubiyati.** O'rganilgan hududning tuproq mexanik tarkibi laboratoriya sharoitida – N.A.Kachinskiy metodi bo'yicha pipetka usulida [12], tayyorgarlik, dala, kameral va kartografik ishlar yo'riqnoma [13] asosida, tuproqni umumiy kimyoviy tahlil ishlari Y.V.Arinishkin [14] hamda O'zPITI qo'llanmalari [15] asosida bajarildi.

Olingan natijalar muhokamasi. Tadqiqot olib borilgan Guliston tumani, M.Ulug'bek nomli massivning Guliston davlat universiteti uchun ajratilgan tajriba maydonidan olingan tuproq kesmalari dala sharoitida uning morfologiyasi o'rganilganda quyidagilar aniq bo'ldi: tuproq mexanik tarkibi yengil qumoqli, gumus va oziqa elementlar bilan kam ta'minlangan, tuz kristallari tuproq kesmalarining o'rta qismida nisbatan ko'p yig'ilib to'planganligi va quyi qatlami kuchli namlanishda ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot olib borilgan M.Ulug'bek nomli massivning jami sug'oriladigan qishloq xo'jaligida foydalaniladigan yerlari 2455,4 gektarni tashkil qiladi [16]. Shundan, jami maydonga nisbatan mexanik tarkibi o'rta qumoqli bo'lgan tuproqlar – 18,1 %, yengil qumoqli – 55,0 %, qumloqli – 31,4 %, qumli – 5,5 % ni tashkil etishi aniqlandi (1-rasm).



1-rasm. M.Ulug'bek nomli massiv sug'oriladigan tuproqlarining mexanik tarkibi taqsimoti, maydonlari, % hisobida

Tajriba maydoni tuproqlarning mexanik tarkibi laboratoriya sharoitida o'rganilganda shular aniq bo'ldiki, tuproq haydov va quyi qatlamlari turli kattalikdagi zarrachalardan iborat ekanligi aniqlandi. Shundan tuproq profili bo'ylab fizik loy (<0,01mm) zarrachalari miqdori 17,0-25,3 %, yirik chang (0,05-0,01 mm) zarrachalar 47,5-52,3%, o'rta chang (0,01-0,005 mm) 4,3-8,9%, mayda chang (0,005-0,001 mm) 9,2-10,8%, yirik qum (>0,25mm) zarralar 4,3-7,1%, o'rta qum (0,25-0,1 mm) zarralar 9,7-12,4%, mayda qum (0,1-0,05 mm) 11,9-15,4%, il (0,001 mm) zarrachalar miqdori 17,0-25,3 % ni tashkil etishi aniqlandi (1-jadval).

1-jadval.

Tajriba maydoni sug'oriladigan tuproqlarining mexanik tarkibi

Kesma №	Qatlam chuqur- ligi, sm	Tuproq zarrachalari miqdori % da,							Fizik loy, mm	Mexanik tarkib bo'yicha nomi
		o'lchami, mm da								
		Qum			Chang			Il		
		>0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	0,001	<0,01	
1	0-31	5,4	11,4	12,4	48,2	6,8	10,4	5,4	22,6	Yengil qumoqli

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

	31-51	5,1	11,2	13,2	49,5	5,9	9,2	5,9	21	Yengil qumoqli
	51-88	5,1	10,1	12,3	50,1	5,9	10,2	6,3	22,4	Yengil qumoqli
	88-116	4,3	11,4	12,7	52,3	4,7	9,7	4,9	19,3	Qumoqli
2	0-31	4,4	12,4	13,8	48,2	5,8	9,2	6,2	21,2	Yengil qumoqli
	31-53	5,5	10,1	12,4	49,8	5,9	9,9	6,4	22,2	Yengil qumoqli
	53-95	6,3	12,1	14,2	49,2	4,5	9,6	4,1	18,2	Qumoqli
	65-120	5,5	13,4	15,4	48,7	4,3	8,3	4,4	17	Qumoqli
3	0-29	6,1	10,7	12,2	49,9	6,6	9,3	5,2	21,1	Yengil qumoqli
	29-52	6,4	10,4	11,9	48,7	6,2	10,1	6,3	22,6	Yengil qumoqli
	52-90	5,7	10,1	12,3	49,7	7,1	9,4	5,7	22,2	Yengil qumoqli
	90-118	7,1	12,4	13,6	48,8	5,7	7,8	4,6	18,1	Qumoqli
4	0-30	4,5	9,7	12,1	48,4	8,9	10,8	5,6	25,3	Yengil qumoqli
	30-51	5,2	11,1	12,4	49,5	6,5	9,4	5,9	21,8	Yengil qumoqli
	51-89	5	12,2	13,7	47,5	6,2	9,3	6,1	21,6	Yengil qumoqli
	89-125	5,5	11,5	12,1	49,6	5,7	9,7	5,9	21,3	Qumoqli

Yuqorida keltirilgan tuproq tahlil natijalariga ko'ra, tajriba maydonining sug'oriladigan tuproqlari haydov qatlami asosan yengil qumoqli mexanik tarkibdan iborat ekanligi va tuproq profilining quyi qatlamlari qumoqli tuproqlar bilan almashinishi kuzatiladi. Shundan o'rganilgan maydonning haydalma qatlamida yirik chang (0,05-0,01 mm) zarrachalar miqdori nisbatan ustunlik qilishi aniqlandi. Ushbu chang zarralarining ustunlik qilishi bu tuproqda namlikni ushlash qobiliyati hamda gumus va oziqa elementlarining ortish imkonini beradi. Gumusga boy tuproqlarda zichlanmagan va g'ovakligi yuqori bo'lib, o'simlik va hayvonot olami barqaror ko'payib rivojlanadi. Tuproq zichligi (hajm massa) uning asosiy va muhim fizikaviy ko'rsatkichi bo'lib, suv-havo va issiqlik tartiboti, kimyoviy va biologik xususiyatlariga sezilarli ta'sir etadi.

O'rganilgan tajriba maydoni asosan yengil qumoqli tuproqlar hisoblanib, uning hajm og'irligi haydov qatlamida $1,33-1,35 \text{ g/sm}^3$, haydov osti qatlami (plug tovon) biroz og'irlashib $1,36-1,37 \text{ g/sm}^3$, so'ng quyi qatlamlari yana yengillashib $1,34-1,35 \text{ g/sm}^3$ ni tashkil etishi aniqlandi (2-jadval). Bu uning mexanik tarkibi va namligi bilan bog'liq bo'lib, zichlashmagan va kuchsiz zichlashgan tuproqlar hisoblanadi.

Tuproq solishtirma og'irligi uning mexanik tarkibi va zichligi bilan uzviy bog'liq bo'lib, uning minerologik, g'ovaklik ko'rsatkichlarini aniqlashda asos bo'lib xizmat qiladi. Tajriba maydoni tuproqlarini solishtirma og'irligi o'rganilganda shular ma'lum bo'ldiki, tuproq profili bo'ylab $2,66-2,68 \text{ g/sm}^3$ oralig'ida o'zgarib turishi aniqlandi. Bu ushbu sug'oriladigan tuproqlar uchun xarakterli hisoblanadi.

2-jadval.

Tajriba maydoni sug'oriladigan tuproqlarining umumiy fizikaviy xossalari

Kesma raqami	Chuqurlik, sm	Hajm og'irlik, g/ sm^3	Solishtirma og'irlik, g/ sm^3	Umumiy g'ovaklik, %
1	0-31	1,33	2,66	50,0
	31-51	1,37	2,68	48,9
	51-88	1,38	2,67	48,3
2	0-31	1,34	2,67	49,8
	31-53	1,36	2,68	49,3
	53-95	1,35	2,68	49,6
3	0-29	1,34	2,65	49,4

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

4	29-52	1,36	2,66	48,9
	52-90	1,35	2,65	49,1
	0-30	1,35	2,66	49,2
	30-51	1,36	2,68	49,3
	51-89	1,34	2,65	49,4

Tuproq g'ovakligi uning agregatlik holati va mexanik zarrachalari qatlamlarida joylashish tartibiga mos holda o'zgarib, tuproq qatlamida agregatlar soni qanchalik ko'p bo'lsa g'ovaklikligi ham shunchalik yuqori bo'ladi. Aksincha, strukturasiz tuproqlarda esa mexanik zarrachalar qanday shaklda joylashishiga qaramay g'ovakligi shunchalik past va turli darajada zichlashgan bo'ladi. Tajriba maydonining yengil qumoqli tuproq qatlamlarida umumiy g'ovaklik uning zichligiga bog'liq holda 48,3-50,0 % oraliq'ida tebranib, haydov osti qatlamida zichligi ortib, so'ng quyi qatlamlarda yana yengillashib borishi aniqlandi.

Odatda gumusga boy, strukturali tuproqlar eng katta g'ovaklikga ega bo'lib, tuproq ustki qatlamida uning umumiy g'ovaklikligi 60-70% ni tashkil etishi bilan xarakterlanadi. Bunday tuproqlarda g'ovaklik har xil katta-kichiklikdagi agregatlarining joylashish o'rniga bo'lsa, ikkinchidan hasharot inlari va o'simlik ildizi qoldirgan bo'shliqlar hisobiga bo'ladi. Tuproq g'ovakligi kapillyar naylarni suv bilan band bo'lishi va aeratsiya g'ovakliklarini havo bilan to'lishi, mineral va organik moddalarni erish, chirish va nurash jarayonini belgilab beradi.

Tajriba maydonidan olingan tuproq namunalarining agrokimyoviy tahlil natijalariga ko'ra, 1 va 2-kesmalarining tuproq profili bo'ylab gumus miqdori 0,541-0,918 %, oraliq'ida tebranib turishi va quyi qatlamlar tomon kamayib borishi aniqlandi. Shundan umumiy azot miqdori gumus miqdoriga bog'liq holda 0,044-0,056 %, harakatchan ($N-NO_3$) miqdori esa 8,8-15,0 mg/kg ni tashkil etib, harakatchan azot bilan kam ta'minlangan. Uglerodning azotga bo'lgan nisbat (C:N) ko'rsatkichi 7,8-9,6. Umumiy fosfor 0,18-0,32 %, harakatchan (P_2O_5) miqdori esa 12,2-29,5 mg/kg ni tashkil etib, harakatchan fosfor bilan kam ta'minlangan tuproqlar guruhiga kiritildi. Yalpi kaliyning miqdori 0,824-1,002%, harakatchan kaliy (K_2O)ning miqdori 124-187 mg/kg ni tashkil etib, harakatchan kaliy bilan kam ta'minlangan.

Tajriba maydonining 3- va 4-kesmalarida gumus miqdori 0,632-1,015 % oraliq'ida tebranib quyi qatlamlar tomon qonuniyat asosida kamayib borishi bilan xarakterlanadi. Shundan umumiy azot miqdori 0,047-0,061 %, harakatchan ($N-NO_3$) miqdori esa 8,8-16,5 mg/kg ni tashkil etib, harakatchan azot bilan kam ta'minlangan. Umumiy fosfor 0,17-0,32 %, harakatchan (P_2O_5) miqdori 13,5-30,6 mg/kg ni tashkil etib, harakatchan fosfor bilan kam ta'minlangan tuproqlar guruhiga kiritildi. Yalpi kaliyning miqdori 0,744-1,005%, harakatchan kaliy (K_2O)ning miqdori esa 107-197 mg/kg ni tashkil etib, harakatchan kaliy bilan ham kam ta'minlangan. Uglerodning azotga bo'lgan nisbat (C:N) 7,5-9,7 ko'rsatkichida ekanligi aniqlandi (3-jadval).

3-jadval

Tajriba maydoni sug'oriladigan tuproqlarining gumus va oziqa elementlar miqdori

Kesma №	Qatlam chuqurligi, sm	Gumus	Umumiy %			C:N	Harakatchan mg/kg		
			N	P	K		$N-NO_3$	P_2O_5	K_2O
1	0-31	0,918	0,056	0,3	1,002	9,5	15	28,1	182
	31-51	0,875	0,053	0,29	0,995	9,6	14,2	26,6	178
	51-88	0,779	0,052	0,27	0,911	8,7	12,1	19,7	144
	88-116	0,541	0,049	0,22	0,852	6,4	9,8	10,4	113
2	0-31	0,915	0,055	0,32	0,825	9,6	13,8	29,5	187
	31-53	0,81	0,052	0,25	0,915	9,0	14,2	24,3	173
	53-95	0,714	0,049	0,19	0,863	8,5	11,7	18,7	156
	65-120	0,588	0,044	0,18	0,824	7,8	8,8	12,2	124

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

3	0-29	1,015	0,061	0,32	0,975	9,7	16,2	30,6	197
	29-52	0,985	0,059	0,28	1,005	9,7	14,8	27,8	180
	52-90	0,745	0,057	0,18	0,987	7,6	9,3	19,4	143
	90-118	0,632	0,049	0,017	0,864	7,5	7,7	13,5	110
4	0-30	0,92	0,055	0,34	0,825	9,7	12,5	24,4	168
	30-51	0,895	0,054	0,29	0,782	9,6	16,5	26,3	175
	51-89	0,791	0,053	0,27	0,865	8,7	12,7	25,7	155
	89-125	0,635	0,047	0,27	0,744	7,8	8,8	19,5	107

Tuproq mexanik tarkibi yengil qumoqli bo'lganligi tuproqlarda gumus va oziqa elementlar quyi qatlamlarga yuvilish oson bo'lganligi bois, bunday tuproqlarga organik va turli organomineral o'g'itlardan qo'shimcha foydalanishni talab etadi. Shulardan sof holda azotli o'g'itlar (amoniyy nitrat)dan foydalanish gektariga 650-700 kg/ga me'yorida o'simlik turidan kelib chiqib vegetatsiya davrida belgilangan muddatlarda qo'llash maqbul hisoblanadi. Fosforli o'g'it (ammofos)ni esa gektariga 280-340 kg/ga talab etadi. Shundan fosfor o'g'itlarni 70 foizini kuzgi shudgor bilan birga va qolgan 30 foizini o'simlik vegetatsiya davrida tuproq ostiga qo'llash yaxshi samara beradi. Kaliyli o'g'it (kaliy sulfat)ni gektariga o'rtacha 180-240 kg/ga qo'llash yaxshi samara beradi. Bundan tashqari, o'simlik turlari va navidan kelib chiqib yillik agrotexnik chora-tadbirlarini ham o'z vaqtida amalga oshirgan holda ko'zlangan hosildorlikga erishish imkonini beradi.

Tajriba maydonining sho'rlanish darajasi dala sharoitida morfologik jihatdan o'rganilganda shular ma'lum bo'ldiki, tuproq profilining o'rta qismi (50-100 sm)da tuz kristallari nisbatan ko'p yig'ilib to'planganligi aniqlandi. Bu tuproq yuzasida turli darajada sho'rlanishni yuzaga keltirib, madaniy ekinlarni normal o'sib rivojlanmasligi va hatto nobud bo'lishiga sabab bo'ladi.

Olingan tuproq namunalari laboratoriya sharoitida suvda oson eruvchi tuzlarning suvli so'rim tarkibi o'rganilganda shular ma'lum bo'ldiki, tajriba maydonining 1- va 2-kesmalarini tuproq qatlamlari sho'rlanish tipi sulfatli, sho'rlanish darajasi esa kuchsiz va o'rtacha sho'rlangan tuproqlar guruhini tashkil etadi. Shundan quruq qoldiq miqdori 0,635-0,986 %, umumiy ishqoriylik 0,020-0,037 %, xlor ioni 0,011-0,042 %, sulfat 0,381-0,518 %, kalsiy 0,025-0,205 %, magniy 0,006-0,143 %, natriy 0,018-0,083 % da ekanligi aniqlandi.

Tajriba maydonning 3- va 4-kesmalarida quruq qoldiq miqdori 0,445-1,340 %, umumiy ishqoriylik 0,018-0,765 %, xlor ioni 0,011-0,037 %, sulfat 0,245-0,677 %, kalsiy 0,100-0,145 %, magniy 0,005-0,049 %, natriy 0,013-0,040 %, sho'rlanish tipi sulfatli, tuproq haydov qatlami o'rtacha sho'rlangan quyi qatlamlari kuchsiz sho'rlangan tuproqlar bilan almashganligi aniqlandi (4-jadval).

Ushbu tahlil natijalaridan ko'rinib turibiki, tuproq profilining o'rta qismida tuzlar miqdori (quruq qoldiq) nisbatan ko'p yig'ilib to'planganligi kuzatilib, kuchsiz va o'rtacha sho'rlangan tuproqlarni tashkil etadi. Tajriba maydoni tuproqlarini sho'rsizlantirishda eng avvalo kuzgi shudgorlash ishlarini sifatli amalga oshirish va qishki mavsumida gektariga 2500-3000 m³ oqova suv (yaxob suvi) bilan sho'rini yuvish orqali, suvda oson eruvchi ortiqcha tuz ionlarini ochiq zovur va quyi qatlamlarga tomon yuvilishni ta'minlashi bilan birga, qishloq xo'jaligi ekinlarini barqaror o'sib rivojlanishi va undan yuqori hosil olish imkonini beradi.

4-jadval

**Sug'oriladigan bo'zo'tloqi tuproqlarining suvli so'rim tarkibi
(quruq qoldiq nisbatan % hisobida)**

Kesma №	Chuqurlik, sm	(quruq qoldiq nisbatini ko'rsatadi)							Sho'rlanish	
		Quruq qoldiq	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	tipi	darajasi
		%								
1	0-31	0,786	0,020	0,042	0,463	0,095	0,043	0,065	S	o'rtacha sho'rlangan
	31-51	0,825	0,024	0,021	0,381	0,120	0,040	0,039	S	o'rtacha sho'rlangan
	51-88	0,911	0,024	0,021	0,381	0,120	0,040	0,039	S	o'rtacha sho'rlangan

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

	88-116	0,842	0,031	0,014	0,514	0,210	0,006	0,018	S	kuchsiz sho'rlangan
2	0-31	0,635	0,033	0,018	0,341	0,110	0,018	0,027	S	kuchsiz sho'rlangan
	31-53	0,986	0,024	0,027	0,24	0,025	0,015	0,083	S	kuchsiz sho'rlangan
	53-95	0,845	0,037	0,011	0,517	0,205	0,006	0,022	S	kuchsiz sho'rlangan
	65-120	0,844	0,037	0,012	0,518	0,201	0,007	0,026	S	kuchsiz sho'rlangan
3	0-29	1,34	0,021	0,037	0,677	0,150	0,049	0,123	S	o'rtacha sho'rlangan
	29-52	0,92	0,018	0,031	0,498	0,135	0,037	0,040	S	o'rtacha sho'rlangan
	52-90	0,500	0,034	0,014	0,291	0,110	0,006	0,024	S	kuchsiz sho'rlangan
	90-118	0,445	0,032	0,012	0,245	0,100	0,005	0,013	S	kuchsiz sho'rlangan
4	0-30	0,720	0,720	0,014	0,443	0,145	0,024	0,021	S	kuchsiz sho'rlangan
	30-51	0,765	0,765	0,011	0,466	0,165	0,015	0,025	S	kuchsiz sho'rlangan
	51-89	0,642	0,034	0,014	0,391	0,130	0,015	0,031	S	kuchsiz sho'rlangan
	89-125	0,790	0,037	0,018	0,459	0,180	0,009	0,027	S	kuchsiz sho'rlangan

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki, tajriba maydoni tuproqlari yengil qumoqli mexanik tarkibdan iborat ekanligi va quyi qatlamlari qumloqli tuproqlar bilan almashinishi aniqlandi. Unda yirik chang zarrachalar miqdori nisbatan ustunlik qilishi va hajm og'rligi uning mexanik tarkibiga bog'liq holda o'zgarib borishi bilan xarakterlanadi. Tuproq kesmalarining barcha genetik qatlamlarida gumus va oziqa elementlar miqdori tuproq mexanik tarkibiga bog'liq holda, yuza haydalma qatlamdan quyi qatlamlari tomon kamayib borib gumus va oziqa elementlari bilan asosan juda kam va kam ta'milangan tuproqlarni tashkil etadi.

Tuproqlarining sho'rlanish tipi sulfatli, kuchsiz va o'rtacha darajada sho'rlangan bo'lib, tuproq kesmalarining o'rta qismida tuz kristallari nisbatan ko'p yig'ilib to'plangan. Minerallashgan sizot suvlari 150-200 sm atrofida uchrab quyi qatlamlarni doimiy namlab turadi va buning natijasida tuproq yuzasi turli darajada sho'rlanishiga sabab bo'lgan. Ushbu tajriba maydonida kompleks agrotexnik tadbirlarni (kuzgi shudgorlash, sug'orish, yaxob suvi berish, ochiq va yopiq zovurlarni ishchi holatini ta'minlash, sizot suvlari sathini kritik chuqurlikda ushlab turish, sho'rga va qurg'oqchilikka chidamli bo'lgan urug' navlarini tanlab ekish, organik o'g'itlardan keng foydalanish) kechiktirmasdan amalga oshirish orqali ushbu tuproqlar unumdorligini oshirishi, saqlash va madaniy ekinlardan yuqori hosil olish imkoniyatini beradi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Kurvantaev R., Musurmanov A., Masharipov N., Xudoynazarova N. // Mirzacho'l vohasi tuproqlarining umumiy fizikaviy xossalarini mulchalash va kam ishlov berish ta'sirida o'zgarishi.// "Ko'p tarmoqli fermer xo'jaliklarida mahsulot ishlab chiqarishning inovatsion texnologiyalari" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami. –Buxoro: 2016. –B. 76-82.
2. Turdimetov Sh., Urazaliyeva M., Esonboyeva N. PROPERTIES AND QUALITY ASSESSMENT OF HYDROMORPHIC SOILS OF MIRZACHOL OASIS. Eur. Chem. Bull. 2023,12 (Special Issue 1, Part-B), 3992-4000.
3. Turdimetov Sh.M. Mirzacho'l vohasi sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuproqlar granulometrik tarkibi va uning o'zgarishi. //GulDU axborotnomasi, 2023 №3. –B. 36-40.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

4. Turdimetov Sh.M., Musurmanova M.M., Urazaliyeva M.D., Khudayberdiyeva Z.A., Esanbayeva N.Y. MORPHOLOGICAL FEATURES OF MIRZACHOL OASIS SOILS AND THEIR CHANGES.// ACTA INNOVATIONS, 2024, 52, 1–8. <https://doi.org/10.62441/ActaInnovations.52.1>.
5. Musurmanova M.M., Turdimetov Sh.M. Improving the Properties of Irrigated Gray-Meadow Soils with the Help of Siderate Crops. //International Journal of Genetic Engineering. 2024; 12(6): 146-150. doi:10.5923/j. ijge. 20241206.16.
6. Turdimetov Sh., Khudoyberdiyeva Z., Tadjibayev A. Quality Assessment of Gypsum Soils of Mirzachol Oasis.// Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology, 2023. 30(12), pp. 295–301.
7. Turdimetov Sh., Esonboyeva N. Mirzaobod tumani gidromorf tuproqlarining xossalari.// Eurasian Journal of Technology and Innovation. Volume 1, Issue 5, May 2023. pp 81-85.
8. Toshqo'ziev M.M., Qorabekov O., Do'saliyev A. Sirdaryoning o'ng sohili gidromorf tuproqlarining hozirgi kimyoviy holati. // «O'zMU Xabarlari» jurnali. –Toshkent, 2021. – B. 58-61.
9. Абдурахмонов, Н. Ю., Собитов, У. Т., & Курдашев, К. Д. Агрофизические свойства в различной степени гипсированных орошаемых лугово-сероземных почв.// Научно-издательский центр «Академия естествознания». Журнал «Научное обозрение. Биологические науки». – Москва, - № 1. - 2024. – С. 5-11.
10. Qo'ziyev R.Q., Bairov A.J., Abduraxmonov N.Yu, Toshqo'ziyev M.M., Axmedov A.U., Ismanov A.J., Mirsodiqov M.M. Sirdaryo viloyati sug'oriladigan tuproqlarining meliorativ holati va ularni unumdorligini saqlashga doir tavsiyalar. - Toshkent, 2016. -38 b.
11. Axmedov A.U., Parpiyev G'.T., Abdullayev S.A. Tuproq meliorativ monitoringi. Monografiya. – Toshkent: 2012. -170 b.
12. Качинский Н.А. Физика почв. –М.: Высшая школа, 1970. - С. 370.
13. Qo'ziyev R.Q., Abduraxmonov N.Y. va boshq. Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo'yicha yo'riqnoma/ Idoraviy me'yoriy hujjat (IMH-27-002-13), Toshkent, 2013. -48 b.
14. Аринушкина Ю.В. Руководство по химическому анализу почв. –М.: МГУ, 1970. -С.487.
15. Метод агрохимических анализов почв и растений Средней Азии. –Т.: УзПИТИ, 1977. – С. 214.
16. O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Kadastr agentligining Davlat kadastr palatasining 06-0376-son ma'lumotnomasi. – Toshkent, 2023. – 27 b.

Mualliflar:

Xodjiyev M.T. - Guliston davlat universiteti rektori, t.f.d., professor. E-mail. glisu_info@edu.uz

Turdimetov Sh.M. - Guliston davlat universiteti Tabiiy fanlar fakulteti dekani, b.f.d., dotsent.

E-mail. turdimetov1970@mail.ru

Musurmanov A.A. - Guliston davlat universiteti, q.x.f.f.d.(PhD), dotsent. E-mail. musurmanov1975@mail.ru

Kurdashev K.D. - Guliston davlat universiteti, b.f.f.d.(PhD)., katta o'qituvchi. E-mail:

kurdashevqudrat@gmail.com

UO'K: 631.4

FACTORS AFFECTING SOIL POLLUTION AROUND THE HOUSEHOLD WASTE

**MAISHIY CHIQINDIXONA ATROFIDA TARQALGAN TUPROQLARNING IFLOSLANISHIGA TA'SIR
ETUVCHI OMILLAR**

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ВОКРУГ БЫТОВОЙ СВАЛКИ

Jabbarov Zafarjon Abdulkarimovich, Atoeva Gulhayo Raxmonovna, Talapova Sevinch Insobali qizi

O'zbekiston Milliy universiteti. 100174, Toshkent shahar, Olmazor tumani, Universitet ko'chasi, 4-uy.

E-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

Abstract. In this article, the role of natural factors in the spread of soil pollution around household waste dumps and the effect of pollution on the physical properties of the soil are highlighted. Wind and rain runoff are the main factors in soil pollution, and nowadays very large areas are being polluted by these factors. The main goal of the research is to determine how the pollutant affects the physical, chemical and biological properties of the soil. In addition, the impact of pollution on the environment and human health is considered.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Key words: household waste, pollution, soil, property, ecology, physical, chemical, biological property.

Annotatsiya. Ushbu maqolada maishiy chiqindixonalar atrofida tarqalgan tuproqlarning ifloslanishning tarqalishida tabiiy omillarning o'zini va ifloslanishning tuproq fizik xossalariga ta'siri yoritib berilgan. Shamol va yog'in-sochin suvlari tuproqlarni ifloslanishida asosiy omillar hisoblanadi va hozirgi kunda bu omillar orqali juda katta maydonlar ifloslanmoqda. Tadqiqotning asosiy maqsadi ifloslovchi tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xossalariga qanday ta'sir ko'rsatishini aniqlashdir. Bundan tashqari, ifloslanishning atrof-muhit va inson salomatligiga ta'siri ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: maishiy chiqindi, ifloslanish, tuproq, xossa, ekologiya, fizik, kimyoviy, biologik xossa.

Аннотация. В данной статье освещена роль природных факторов в распространении загрязнения почвы вокруг свалок бытовых отходов и влияние загрязнения на физические свойства почвы. Ветровой и дождевой сток являются основными факторами загрязнения почв, и в настоящее время под действием этих факторов загрязняются очень большие площади. Основная цель исследований – определить, как загрязнитель влияет на физические, химические и биологические свойства почвы. Кроме того, рассматривается влияние загрязнения на окружающую среду и здоровье человека.

Ключевые слова: бытовые отходы, загрязнение, почва, имущество, экология, физические, химические, биологические свойства.

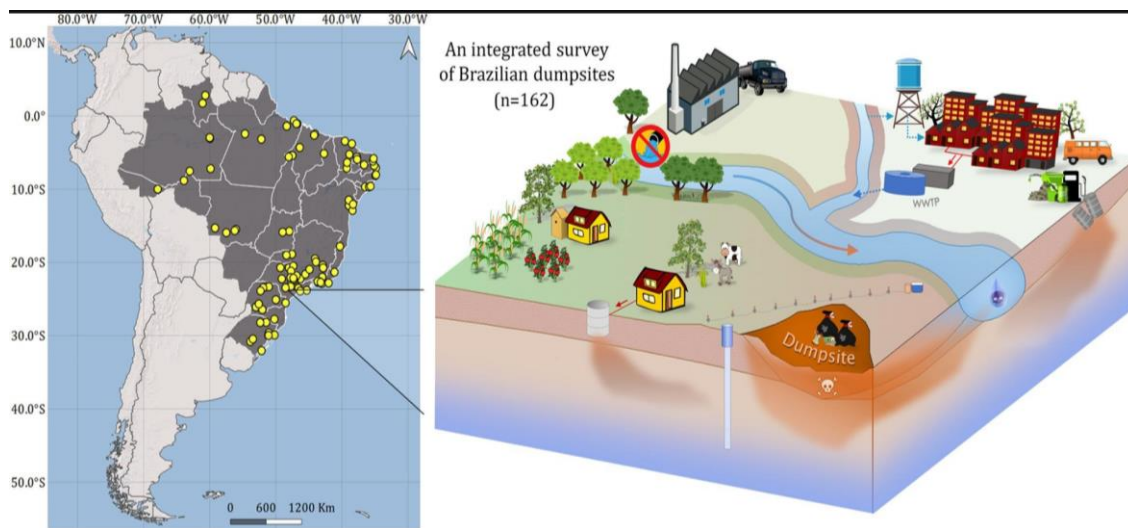
Kirish. Bugungi kunda yer yuzi aholisi sonining ortishi, iste'mol mahsulotlariga bo'lgan talabning ko'payishi natijasida sayyoramizda chiqindi mahsulotlari ortib bormoqda. Turli sanoat korxonalarining jadal ishlar olib borishi tuproqlarning ifloslanishiga va bu orqali tuproqlarning turli xossalarini o'zgarishiga sabab bo'lmoqda. Tahlillarga ko'ra, so'nggi yillarda respublikamizda yiliga 100 mln/t. dan ortiq sanoat chiqindilari va (uning 14 % toksik chiqindilar toifasiga mansub), 35 mln/t. ga yaqin maishiy chiqindi hosil bo'ladi. Bugungi kunda chiqindixonalarda 2 mlrd/t. ga yaqin sanoat, qurilish va maishiy chiqindi saqlanayotgani hamda ular umumiy 12 ming gektar maydonni egallab turganini inobatga olsak, chiqindilarning chiqindixona atrofi tuproqlariga salbiy ta'sirini tasavvur etish qiyin emas.

Maishiy chiqindixonalar atrofi tuproqlarida chiqindilarning uzoq vaqtlar davomida yig'ilib turilishi va yoqib yuborilishi natijasida tuproqlarda bir qancha xavfli organik uchuvchan birikmalar to'planganligini Z. Jabbarov va G. Atoyevalar o'z tadqiqotlari davomida isbotlaganlar. Unga ko'ra, maishiy chiqindixona atrofi tuproqlarida piridin, oleamid, xlorodiflorat kislotasi, benzofuran, pentofluoropropion kislotasi va boshqa organik birikmalari mavjud [1]. Chiqindixonalarda chiqindilarning yoqib yuborilishi va ko'milishi tuproqlarning ko'p miqdorga og'ir metallar bilan ifloslanishiga sabab bo'ladi. Jumladan, margimushning klark konsentratsiyasi 4,2-8,7, vismutniki 157,7-222,2, misniki 1,68-6,5 va molibdenniki 5,47-13,45 martani tashkil qiladi [2]. Tuproqlarning muntazam ravishda ifloslanishi chiqindixonaga yaqin hudud tuproqlarining fizik xossalarining yomonlashishiga olib keladi. Chiqindi kulining tuproqlarga shamol ta'sirida tarqalishi natijasida tuproq ishqoriy muhitining ortishiga va aeratsiya jarayonlarining normadan ortib ketishiga sabab bo'ladi [3]. Olimlarning tadqiqotlari Shasheman shahridagi ochiq poligon va uning atrof-muhitga va mahalliy hamjamiyatga ta'siri atrofida tuproqning og'ir metall bilan ifloslanishi mumkin ekanligini ko'rsatadi. Unga ko'ra, tuproqlarda Mn, Co, Cd, Ni kabi og'ir metallar miqdori RECHU dan 1,5-2,0 baravarga ortgani aniqlangan [4]. Braziliya olimlari tomonidan axlatxonalar atrofi tuproqlarida olib brogan tadqiqotlarida yer usti va yer osti suvlarining og'ir metallardan temir; mis, kadmii, qo'rg'oshin va tuproqlarni Zn og'ir metali bilan ifloslanganligi aniqlangan (1-rasm) [5].

Maishiy chiqindilar tarkibida nafaqat og'ir metallar, undan tashqari plasmassa qoldiqlari ham ko'p miqdorda bo'ladi. Maishiy chiqindixonalarda 18,3% chiqindi plasmassa mahsulotlari ulushiga to'g'ri keladi [6]. Tuproqdagi mikroorganizmlar yordamida chiqindilar ma'lum darajada parchalanadi, ayrimlari esa parchalanmaydi [7], boshqa mikroorganizmlar esa tuproq orqali odam va hayvonlarda turli xil kasalliklarni keltirib chiqaradi [8], ayrim mikroorganizmlardan antibiotiklar olishda ham foydalanilsa bo'ladi [9]. Tuproqlarning unumdorligi uning fizik-kimyoviy xossalariga, gumus va mineral moddalarga, mikroorganizmlar qoplamiga, biologik faolligiga bevosita bog'liqdir. Tuproqdagi mikroorganizmlarni ko'paytirish orqali tuproqlarni xossalarini yaxshilash mumkin [10]. Tuproqdagi mikroorganizmlar soni har doim o'zgarib turadi, ularning o'zgarishi antropogen, tabiiy, abiotik, biotik omillar ta'siriga bog'liqdir [11],

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

tuproq mikroorganizmlariga Cd, Cu, Cr., Ni, Co, Hg, As, Mn kabi og'ir metallar katta xavf tug'diradi [12]. Tuproqni o'z-o'zini tozalash jarayoni juda sekin kechadi, natijada zararli moddalar asta-sekin to'planadi va vaqt o'tishi bilan odamlar, hayvonlar va o'simliklar uchun xavf tug'diradi. Antropogen ifloslanishga eng katta sezuvchanlik tuproq mikroorganizmlari, ya'ni bakteriyalar, aktinomitsetlar, zambrug'alari hisoblanadi [13].



1-rasm. Braziliya axlatxonalarida integratsiyalashgan tadqiqot (5)

Tadqiqot obyekti va qo'llaniladigan metodlar

Toshkent viloyati Ohangaron tumani hududida joylashgan Toshkent shahar maishiy chiqindixonasi O'zbekistonda yirik chiqindi poligonlaridan biri hisoblanadi. Ushbu chiqindixonona Toshkent shahridan to'plangan maishiy va sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish uchun mo'ljallangan.



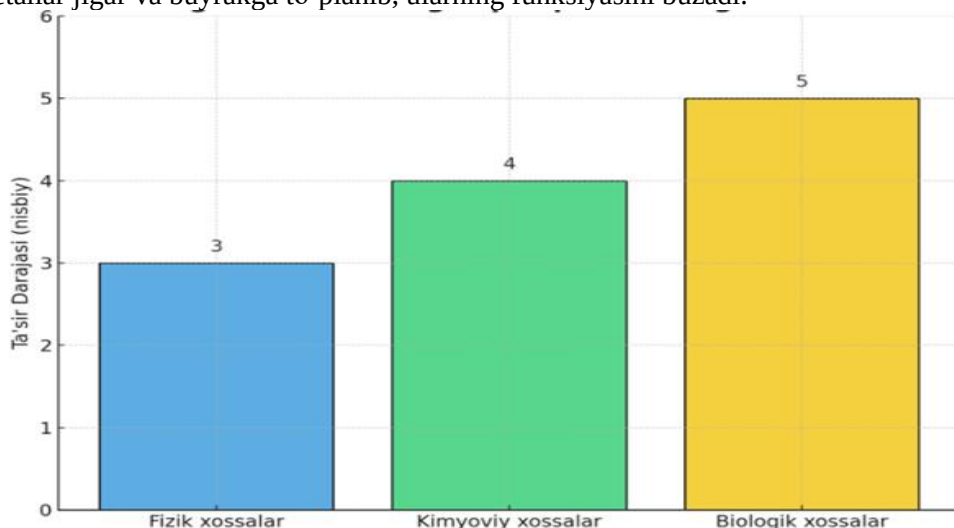
2-rasm. Toshkent shahar maishiy chiqindixonasi

Tahlillar uchun tuproq namunalarini olish va saqlash Davlatlararo standart (GOST: 17.4.4.02-84) asosida Toshkent viloyati Ohangaron tumanidagi Toshkent shahar maishiy chiqindixonasi 1,0 km (1-namuna) va atrofidan 3,0 km (2-namuna), 6,0 km (3-namuna), 8,0 km (4-namuna), 12,0 km (5-namuna) atrofidan 0-30 sm qatlamlardan, quyidagi koordinatalarda olindi 41°05'32.5''N / 69°28'48.8''E, 41°05'26.7''N / 69°28'45.8''E, 41°05'19.0''N / 69°28'31.8''E, 41°05'26.7''N / 69°28'45.8''E, 41°10'13.6''N / 69°24'49.0''E.

Olingan natijalar va ularning tahlili

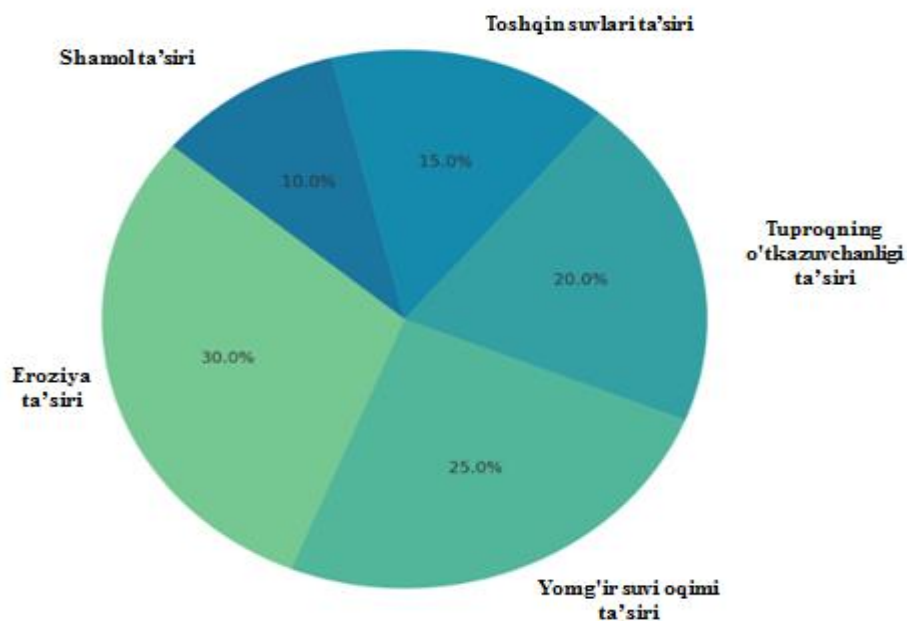
Maishiy chiqindixonalar hozirgi zamon ekologik muammolaridan biridir. Chiqindixonalardan chiqadigan og'ir metallar (masalan, qo'rg'oshin, kadmiy, nikel, mis va rux) tuproqning tabiiy xossalarini o'zgartiradi va ekotizimga zarar yetkazadi. Bu metallar tuproq orqali o'simliklarga, keyin esa oziq-ovqat zanjiri orqali inson organizmiga kirib, salomatlikka salbiy ta'sir qiladi. Og'ir metallar va ularning asosiy manbalari: elektron chiqindilar: kompyuter, telefon va maishiy texnika qismlari. Batareyalar va akkumulyatorlar: qo'rg'oshin va kadmiy manbai. Kimyoviy chiqindilar: pestitsidlar va bo'yoqlardan keladigan metallar. Plastik chiqindilar: plastmassaning parchalanishi natijasida rux va mis tuproqqa tushadi.

Og'ir metallar tuproqning zichligi va suv o'tkazuvchanligini yomonlashtiradi. Zaharli moddalar bilan ifloslangan tuproq zichroq bo'lib, havoning o'tishi qiyinlashadi. Suv o'tkazuvchanligi pasayadi, bu esa tuproqdagi eroziyani kuchaytiradi. Bundan tashqari og'ir metallar tuproqning kislotalilik darajasiga (pH) va oziq moddalari balansiga ta'sir ko'rsatadi. Kadmiy va qo'rg'oshin kislotalikni oshirib, tuproqning foydali elementlarini kamaytiradi. Metallar tuproqdagi azot va fosfor miqdorini pasaytiradi, bu esa o'simliklar o'sishini qiyinlashtiradi. Og'ir metallar tuproqdagi mikroorganizmlarga va biokimyoviy jarayonlarga salbiy ta'sir qiladi. Tuproqning tabiiy ekotizimi buzilib, chirindi hosil bo'lish jarayoni sekinlashadi. Metallar o'simlik ildiz tizimida toksik ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'simliklarning oziqlanish jarayonini buzadi. Og'ir metallar oziq-ovqat zanjiri orqali inson organizmiga kirib, quyidagi xavflarni keltirib chiqaradi. Kadmiy va qo'rg'oshin kabi metallar hujayra mutatsiyasini keltirib chiqarishi mumkin. Mis va rux miqdorining oshishi asab tizimiga zarar yetkazadi. Og'ir metallar jigar va buyrakga to'planib, ularning funksiyasini buzadi.



3-rasm. Maishiy chiqindilarning tuproq xossalariga ta'siri

Tuproqlarning maishiy chiqindilar bilan ifloslanishi yildan-yilga ortib borayotgan bir vaqtda ularni yig'ish, yo'q qilish va qayta ishlash butun insoniyatni o'yantirayotgan dolzarb muammolardan sanaladi. Ular tuproqqa tushib uning xossalarining izdan chiqishiga, yomonlashishiga sabab bo'ladi. Yuqoridagi grafikda turli xossalarning (fizik, kimyoviy, biologik) tuproqqa ta'siri ko'rsatilgan. Ta'sir darajasi nisbiy birliklarda ifodalangan va quyidagicha baholangan, fizik xossalarga maishiy chiqindilarning ta'sir darajasi eng past bo'lib, tuproqning kimyoviy xossalarga o'rtacha darajada va biologik xossalariga eng ko'p xavf tug'dirishini bildiradi. Maishiy chiqindilar tarkibidagi organik moddalar (masalan, oziq-ovqat chiqindilari, qog'oz, yog'lar) tuproqda organik moddalarning parchalanishini tezlashtiradi. Bu esa tuproqda mikroorganizmlar faolligini oshiradi va tuproq tarkibidagi foydali bakteriyalar sonini ko'paytiradi. Bundan tashqari, maishiy chiqindilar tuproqdagi zararlangan mikroorganizmlar va kasalliklarning tarqalishiga sabab bo'lishi mumkin, bu esa o'simliklarning sog'lig'iga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.



4-rasm. Tuproqlarning ifloslanishida tabiiy omillarning roli

Ushbu grafikda tabiiy jarayonlar tuproqqa maishiy chiqindilar ta'sirini qanchalik kuchaytirishini ko'rishimiz mumkin. Eroziya va yomg'ir suvining oqimi asosiy omillar hisoblanadi, chunki ular chiqindilarni kengroq hududga yoyilishiga olib keladi. Shamolning ta'siri esa nisbatan kamroq, lekin u ham chiqindilarni yoqish jarayonida hosil bo'lgan turun va ifloslovchi moddalarni atrof-muhitga keng tarqatishda muhim o'rin tutadi.

Xulosa. Maishiy chiqindixonalar atrofida tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanishi jiddiy ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Bu jarayon tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xossalariga salbiy ta'sir qilib, o'simlik va hayvonot dunyosiga hamda inson salomatligiga xavf tug'diradi. Shuning uchun chiqindilarni boshqarish va tuproqni tozalash bo'yicha samarali choralar ko'rish zarur. Og'ir metallar tuproqning barcha asosiy xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatib, uni degradatsiyaga uchratadi. Bunday holatlarda tuproqni tozalash texnologiyalari (bioremediatsiya, fitoremediatsiya yoki kimyoviy yuvish) ishlatilishi kerak. Shu bilan birga, og'ir metallar manbalarini nazorat qilish va oldini olish ham muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Abdraxmanov T., Jabbarov Z., Atoyeva G., Sayitov S., Cabelkova I., Smutka L3. Changes in the Number of Volatile Components in the Soil Under the Influence of Household Waste. Acta Montanistica Slovaca, Volume 28 (2023), 3; P. 535-542. DOI: 10.46544/AMS.v28i3.0.
2. Zafarjon Jabbarov, Sardor Sayitov, Rakhmon Kurvantaev, Nodira Khakimova, Samad Makhammadiev, Yunus Kenjaev, Dilafruz Makhkamova, Bakhrom Jobborov, Gulchekhra Nabiyeva, Najmiddin Nurgaliev, Malika Aliboyeva, Salomat Zakirova. Study on the soil pollution condition around the domestic wastewater. E3S Web of Conferences 497, 03005 (2024), P.3-9.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703005>
3. Jabbarov Z.A., Atoyeva G.R., Aliboyeva M.A. Tuproq fizik xossalarining maishiy chiqindilar ta'sirida o'zgarishi.// O'zMU xabarlari. Toshkent 2023. 3/2. B. 39-43.
4. Getachew Demie., Habtamu Degefa. Heavy Metal Pollution of Soil around Solid Waste Dumping Sites and Its Impact on adjacent Community: the case of Shashemane Open Landfill, Ethiopia. Journal of Environment and Earth Science www.iiste.org ISSN 2224-3216 (Paper) ISSN 2225-0948 (Online) Vol.5, No.15, 2015. –Pp. 169-178.
5. Alice K.M. Morita. Carolina Ibelli-Bianco., Jamil A.A. Anache ., Jaqueline V. Coutinho., Natalia S. Pelinson., Juliana Nobrega., Livia M.P. Rosalem., Camila M.C. Leite., Leonardo M. Niviadonski., Caroline Manastella., Edson Wendland. Pollution threat to water and soil quality by dumpsites and non-

sanitary landfills in Brazil: A review. Waste Management. Volume 131, 15 July 2021, Pages 163-176.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.004>.

6. Widad Fadhillah, Nor Ifah Najwa Imran., Sharifah Norkhadijah Syed Ismail., Mohd Hafidz Jaafar and Hasmah Abdullah. Household solid waste management practices and perceptions among residents in the East Coast of Malaysia. Fadhillah et al. BMC Public Health (2022) 22:1, <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12274-7>
7. Ранихужаева А.Б., Назарова Х.А.. Микробиология. – Тошкент: Ибн Сино, 2012. -30 б.
8. Раупова Н., Тохиров О., Ортикова Х.. Тупроқ биологияси ва микробиологияси. //Ўзбекистон миллий энциклопедияси. – Тошкент: 2014. –Б. 125.
9. Ҳамитов С.М., Авдеева Ю.М. Микробиологические исследования почв в зелёных городских насаждениях Вологодской области. – Вестник КрасГАУ. - 2016. - №10. – С. 29-30.
10. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка имени Николая Клюева. – Биотика. - 5(12). 2016. 30 с.
11. Дедков В. П., Куркина М. В.. Актуальные проблемы изучения микрофлоры почв города Калининграда. – С. 20-25.
12. Куркина М.В., Дедков В.П., Климова Н.Б., Лукина А.И., Крупнова А., Кусаинова Ж.Т. Основные данные о некоторых группах микроорганизмов в почвах города Калининграда. –М.: 2017. –С. 3-4.
13. Fredrickson J.K., Zachara J.M., Balkwill D.L., Kennedy D., Li W. Geomicrobiology of High-Level Nuclear Waste-Contaminated Vadose Sediments at the Hanford Site, Washington State. 23, 2004. – С.42.

Mualliflar.

Jabbarov Zafarajon Abdulkarimovich - O'zbekiston Milliy universiteti Biologiya-ekologiya fakulteti Tuproqshunoslik kafedrasini mudiri, b.f.d., professor. *E-mail.* zafarjonjabbarov@gmail.com.

Atoyeva Gulhayo Raxmonovna - O'zbekiston Milliy universiteti Biologiya-ekologiya fakulteti Tuproqshunoslik kafedrasida katta o'qituvchisi, b.f.d. (PhD). *E-mail.* gulhayoatoyeva@gmail.com.

Talapova Sevinch Insobali qizi - O'zbekiston Milliy universiteti Biologiya-ekologiya fakulteti Tuproqshunoslik kafedrasida magistri. dilrabotalapova@gmail.com.

UDK 581.52: 633.8

**ISSUES OF THE USE OF SALINE LANDS OF MIRZACHUL IN THE CULTIVATION OF
MEDICINAL PLANTS**

**MIRZACHO'LNING SHO'RLANGAN TUPROQLARIDAN DORIVOR O'SIMLIKLAR
YETISHTIRISHDA FOYDALANISH MASALALARI**

**ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ МИРЗАЧУЛЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Karshibayev Xazratkul Kilichiyevich¹, Amanova Mavluda Mustafakulovna²

¹Guliston davlat universiteti. 120100. Sirdaryo viloyati, Guliston shaxri, IV mabze

²Toshkent davlat agrar universiteti. 100164, Toshkent, Universitet ko'chasi, 2-uy.

E-mail: hkarshibaev_53@mail.ru

Abstract. Soil salinization is the main environmental problem among the degradation processes occurring in the regions of irrigated agriculture of the Globe. According to official data, the area of irrigated saline lands in different countries of the world occupies areas of different sizes. Saline areas account for 30-34% in Iran, Egypt and Argentina, 24-26% in the United States and Pakistan, 15-17% in China and India, and 10-12% in Thailand, Australia and other countries. In most countries of the Middle East and Africa, from Afghanistan to Morocco and Senegal, the rate of soil salinization is increasing. The process of soil salinization is very common in Central Asian countries. It is known that 2/3 of irrigated lands in Central Asian countries and about 53% of the total area of irrigated lands in our republic are saline to one degree or another. This article is devoted to the issues of growing medicinal plants in areas prone to secondary salinization. In these regions, it

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

is recommended to use a number of salt-resistant medicinal plant species (chamomile, calendula, jerusalem artichoke, licorice, goji, etc.) for growing on an industrial scale.

Keywords: Mirzachul, degradation, soil salinity, causes of salinity, degree of salinity, medicinal plant, salt resistance.

Аннотация. Засоление почв является основной экологической проблемой среди процессов деградации, происходящих в регионах орошаемого земледелия Земного шара. Согласно официальным данным, площадь орошаемых засоленных земель в разных странах мира занимает площади разного размера. Засоленные участки составляют в Иране, Египте и Аргентине 30-34%, в Соединенных Штатах и Пакистане 24-26%, в Китае и Индии 15-17% и в Таиланде, Австралии и других странах 10-12%. В большинстве стран Ближнего Востока и Африки, от Афганистана до Марокко и Сенегала, отмечается усиление засоления почв. Процесс засоления почв очень распространен в странах Центральной Азии. Общеизвестно, что 2/3 орошаемых земель в странах Центральной Азии и около 53% от общей площади орошаемых земель в нашей республике в той или иной степени засолены. Данная статья посвящена вопросам выращивания лекарственных растений в районах, подверженных к вторичному засолению. Для этих регионов предложено использовать ряд солеустойчивых видов лекарственных (ромашка, календула, топинамбур, солодка, годжи и др.) растений для выращивания в промышленных масштабах.

Ключевые слова: Мирзачул, деградация, засоление почв, причины засоления, степень засоления, лекарственное растение, солеустойчивость.

Kirish. Yer sharining sug'orma dehqonchilik mintaqalarida sodir bo'ladigan degradatsiya jarayonlari orasida tuproq sho'rlanishi yetakchi o'rinni egallaydi va asosiy ekologik muammo hisoblanadi. Rasmiy ma'lumotlarga qaraganda, sug'oriladigan sho'rlangan yerlar maydoni dunyo buyicha 20%ni tashkil etib, uning hajmi qariyb 800 milliondan oshiq gektarni egallaydi [1-2]. Jumladan, Eron, Misr va Argentinada 30-34, AQSH va Pokistonda 24-26, Xitoy va Hindistonda 15-17, Tailand, Avstraliya va boshqa mamlakatlarda 10-12 % gacha maydonlar ikkilamchi sho'rlanishga uchragan. Yaqin va O'rta Sharq hamda Afrikaning ko'pchilik mamlakatlarida, Afg'onistondan tortib to Marokash va Senegalgacha tuproqlar sho'rlanishi jadal tus olganligi qayd etilmoqda. Markaziy Osiyo mamlakatlarida, jumladan O'zbekistonda ham sho'rlanish jarayoni juda keng maydonlarda kuzatilmoqda. Markaziy Osiyo mamlakatlarida sug'oriladigan yerlarining 2/3 qismi, respublikamizda esa jami sug'oriladigan yerlarining 53 % ga yaqini turli darajada sho'rlanganligi e'tirof qilinmoqda [3]. O'zbekistonning umumiy yer maydoni 44892,4 ming gektar bo'lib, bundan 4329 ming gektar yer maydonini (yer fondini 9,6 %) alohida qimmatga ega bo'lgan sug'oriladigan unumdor yerlar tashkil qiladi [4].

O'zbekistonning turli tuproq-iqlim sharoitlarida tuproqlar sho'rlanishining asosiy sabablari tuproq hosil qiluvchi ona jinslarning tabiiy sho'rlanganligi, ular tarkibida tuzli mineral va birikmalarning mavjudligi, qurg'oqchil va jazirama iqlim sharoitida atmosfera yog'inlari miqdoridan tuproqdagi namlik bug'lanishini bir necha marta ko'pligi, yer osti suvlarining yer yuzasiga yaqin ko'tarilishi va ularni bug'lanishi, sug'oriladigan maydonlarga tuzlarni sug'orish suvlari (yozda zovur suvlaridan foydalanish tufayli) bilan kirib kelishi, sug'oriladigan yerlarining tabiiy va sun'iy zovurlashmaganligi oqibatida yer osti oqimlarining yaxshi ta'minlanmaganligi, Orol dengizining qurishi natijasida "oq shudring" ning tushishi va "sho'r qorning" yog'ishini tez-tez takrorlanib turishi va boshqa holatlar sanaladi [5].

Yuqorida qayd qilib o'tilgan sabablar orasida keng tarqalgani va eng xavfli – bu minerallasgan sizot suvlarining yer yuzasiga yaqin ko'tarilishi hisoblanib, ular tuproq yuzasidan qancha ko'p bug'lansa, sho'rlanish jarayoni shunchalik kuchli va tez sodir bo'ladi [6].

Respublikamizning quruq va jazirama issiq iqlim sharoitidagi ochiq maydonlardan gektar hisobida o'rtacha 15-20 ming m³ hajmidagi suv bug'lanadi [7]. Agar mazkur bug'lanishga sarflanayotgan sizot suvlarini sho'rlanganlik darajasi esa o'rtacha 3 g/l ga teng bo'lsa, u holda tuproq qoplamlarida to'planayotgan tuzlar miqdori gektarida 45-60 tonnani tashkil etadi. Bu tuzlarning taxminan 70 foizi har yili o'tkaziladigan agromeliorativ tadbirlar (sho'r yuvish, yaxob suvi berish) va atmosfera yog'inlari natijasida yuvilib pastga tushishini hisobga olsak, u holda har bir gektar sug'oriladigan yer maydonlarida to'planib qolayotgan tuzlar miqdori taxminan 15-20 tonnani tashkil etadi.

Bilamizki, suvda eruvchi tuzlar o'simlik va tuproq xossalriga katta salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tuproqda tuzlarning ko'payishi tuproq eritmasi osmotik bosimining oshishini keltirib chiqaradi. Agar tuproq eritmasining osmotik bosimi o'simlik to'qimalari shirasi osmotik bosimidan oshib ketsa, u holda o'simliklar bunday

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3**

namlikni o'zlashtira olmaydi va "fizilogik quruqlik" hodisasi yuz beradi. Natijada o'simliklar asta-sekin quriy boshlaydi. Respublikamiz hududlarida tuproqlarni sho'rlanishiga sababchi bo'lgan tuzlar bikarbonatlar, karbonatlar, sulfatlar va xloridlar hisoblanadi.

Tuproqlarning sho'rlanishi sug'orishni noto'g'ri olib borganda yer osti suvlari sathining ko'tarilishi natijasida ro'y beradi. Odatda birlamchi va ikkilamchi sho'rlanish kuzatiladi. Ikkilamchi sho'rlanishda suv kapillyarlar orqali ko'tarilib tuz tuproqda qoladi yoki ortiqcha sug'orish natijasida yer osti suvlari erigan tuzlar bilan sho'rlanadi. Ikkilamchi sho'rlanish ko'proq zarar yetkazadi [8].

Ma'lumki, Mirzacho'l, Qarshi, O'rtacho'l, Markaziy va G'arbiy Farg'ona massivlarining o'zlashtirilishi davrida yo'l qo'yilgan xato-kamchiliklar, suv resurslaridan noto'g'ri foydalanish sho'rlangan maydonlarning kengayishiga sabab bo'lgan. Natijada o'zlashtirilgan maydonlarning o'rtacha 40-50%, ba'zi hududlarda esa 60-70% ida qayta sho'rlanish vujudga keladi [9]. Oxirgi yillarda respublikamizda har yili 80-90 ming ga sho'r yerlar o'zlashtirilib, shu yilning o'zida 40-50 ming ga maydonlar qayta sho'rlanadi.

L. G'afurova va boshqalar [10] ma'lumotlariga qaraganda, respublika umumiy yer maydonining 46,3% turli darajada sho'rlangan maydonlar tashkil etadi. Senatning qirq yettinchi yalpi majlisida "Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish to'g'risida"gi Qonun muhokamasida ta'kidlab o'tilganidek, 2023-yilda sug'oriladigan sho'rlangan maydonlar ko'rsatkichi 53% ni tashkil etdi. Bu keyingi 10 yil ichida sug'oriladigan sho'rlangan yerlar hududlarini oshib borishini ko'rsatmoqda.

Tadqiqot obyekti va qo'llanilgan uslublar

Tadqiqot obyekti sifatida Mirzacho'l vohasining sug'oriladigan ekin maydonlari va dorivor o'simlik turlari olindi. Maqolada tuproqlarni meliorativ holatini tanqidiy tahlil etish hamda dorivor turlarni sho'r tuproq sharoitiga moslashish yo'llarini o'rganish, o'simliklarni qurg'oqchil sharoitda o'z ontogenez bosqichlarini to'liq o'tay olishini kuzatish uslublaridan foydalanildi.

To'plangan ma'lumotlar va ularning tahlili

Sho'rlangan maydonlardagi tuzlar o'simliklarga salbiy ta'sir ko'rsatib, tuproqdan oziqa elementlarining so'rilishini qiyinlashtiradi, o'simlik hosilini pasayishiga va mahsulotlar sifatini yomonlashishiga olib keladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, tuzlarning zaharlilik chegarasini aniqlash o'ta murakkab ishlardan hisoblanadi. Tuproq sho'rlanishida ishtirok etuvchi tuzlar ionlarning "zaharlilik chegarasi", ya'ni ma'lum bir me'yorlardan boshlab o'simliklarga salbiy ta'sir ko'rsatish mezonlari aniqlangan [11]. Sho'rlanishni o'simliklarga ko'rsatadigan salbiy ta'siri tuproq turiga, tuzlar tarkibi va ularni eruvchanlik darajasiga, o'simliklar turi va namlik rejimiga bog'liq. Odatda tuproq sho'rlanish darajasi bo'yicha – sho'rlanmagan, kuchsiz, o'rtacha, kuchli va juda kuchli sho'rlangan (sho'rxok) guruhlariga bo'linadi [10].

V.A.Kovda [12] har bir o'simlik uchun turli tuzlarning zararlilik darajasi qatorini tavsiflovchi klassifikatsiyani taklif etishdi (1-jadval).

1-jadval

Sho'rlanish darajasi va tiplari hamda o'simliklar holati bo'yicha sho'rlangan tuproqlar klassifikatsiyasi (Kovda, Yegorov, Muratova, Strogonov, 1960)

Tuzga o'rtacha chidamliligi bilan tavsiflanuvchi qishloq xo'jaligi o'simliklarining holati	Tuproq sho'rlanish darajasi	Tuproqning tuz tarkibi tiplari			
		Xloridli	Sulfat xloridli	Xlorid sulfatli	Sulfatli
		Suvda eruvchi tuzlar miqdori, tuzlar yig'indisi yoki quruq qoldiq, 0-100 sm.lik qatlamda, o'rtacha			
O'sish va rivojlanishi yaxshi. Tup soni to'liq, hosil me'yorida	Sho'rlanmagan	<0,15	<0,20	<0,25	<0,30
Biroz nimjon, tup soni va hosilni pasayishi 10-20 %	kuchsiz	0,15-0,30	0,20-0,30	0,25-0,40	0,30-0,60
O'rtacha jabrlangan, tup soni va hosilni pasayishi 20-50 %	o'rtacha	0,30-0,50	0,30-0,60	0,40-0,70	0,60-1,00
Kuchli jabrlangan. Tup	kuchli	0,50-0,80	0,60-1,00	0,70-1,20	1,00-2,00

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

soni va hosilni pasayishi 50-80%					
Ayrim o'simliklar saqlanib qolgan. Hosili amalda yo'q	sho'rxok	>0,80	>1,0	>1,20	>2,0

Quyidagi 2-jadvalda esa o'simlik turlarining u yoki bu tuzlar ta'siriga qay darajada chidamliligini aks ettiruvchi ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, jadvalni tuzishda o'simliklarni tuzga eng chidamli navlari hisobga olingan [13].

2-jadval.

Turli qishloq xo'jalik ekinlarining sho'rga chidamliligi bo'yicha guruhlanishi

Guruhlar va ularning qisqacha izohi	Ekinlar
<i>Sho'rga eng kam chidamlilar:</i> hosildorlik keskin kamayadi, tuproqda tuz miqdori 0,2-0,4 % bo'lganda ayrim o'simliklar butunlay qurib qoladi	Sholi, sul, dukkakli o'simliklar, kungaboqar (ayrim navlari tuzga chidamliroq bo'ladi), makkajo'xori, bodring, sabzi, sarimsoq, zig'ir, xashak o'tlaridan sebarga, beda
<i>Sho'rga o'rtacha chidamlilar:</i> o'simlik tuz miqdorining 0,4-0,6% gacha chidaydi. Lekin hosildorlik va uning sifati ozroq pasayadi	Bahori bug'doy, arpa, kuzgi javdar, tariq, oqjo'xori, kunjut, pomidor, piyoz, turp, sholg'om, g'o'za (ayniqsa, uzun tolali navlari), xashak o'tlardan: jitnyak, raygrass, shabdar va boshqalar
<i>Sho'rga yuqori chidamlilar:</i> hosildorlik bir muncha kamaysa ham o'simlik 0,7-1,0 foizgacha bo'lgan tuz miqdoriga chiday oladi	Arpa (ayrim navlari), yumshoq bug'doy, qand lavlagi, xashak lavlagi, tarvuz, qovun, baqlajon, g'o'za (ayrim navlari), o'tlardan: pirey, beda (voyaga yetgani) va boshqalar

Sizot suvlarining ko'tarilishi va ularni ildiz qatlamiga yaqinlashishi bilan o'simliklar tuzlarni nafaqat yuqori konsentratsiyasidan, balki tuproqda havo yetishmasligidan ham aziyat chekadi. Qachonki yer yuzasiga yaqin ko'tarilayotgan sizot suvlari, tuproqni ildiz qatlamidan havoni siqib chiqargandan boshlab, o'simliklarni oziqa moddalarining o'zlashtirish jarayoni keskin susayadi yoki butunlay to'xtaydi, oziqlanish rejimi buziladi. Natijada o'simliklarni me'yor darajasida o'sishi va rivojlanishi ta'minlanmaydi.

Hozirgi vaqtda qayta sho'rlangan maydonlarning asosiy qismi Mirzacho'l botanik rayonida joylashgan bo'lib, 424,1 ming ga ni tashkil etadi [14].

Sirdaryo viloyati qishloq va suv xo'jaligi boshqarmalaridan olingan 2020-yilgi ma'lumotiga ko'ra viloyat sug'oriladigan yerlarida sho'rlangan yerlar maydoni 282 ming gektarni yoki sug'oriladigan umumiy yerlarga (287 ming ga) nisbatan 98,5% ni tashkil etadi, sho'rlanmagan tuproqlar maydoni 1,5% da qayd qilingan.

Mirzacho'lning sug'oriladigan tuproqlari och tusli bo'z, o'tloqi-bo'z, bo'z-o'tloqi, o'tloqi, botqoq-o'tloqi va o'tloqi-botqoq tuproqlardan iborat. Shulardan eng ko'p tarqalgan tuproqlar sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuproqlar bo'lib, umumiy tarqalgan tuproqlarning 55 foizga yaqinini tashkil etadi. Gidromorf tuproqlar ichida tarqalishiga ko'ra ikkinchi o'rinda o'tloqi tuproqlar turadi. Ular viloyat yer maydonining 95374 gektarini yoki 22% ni egallaydi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, Mirzacho'lning qariyb 90% dan oshiq sug'oriladigan ekin maydoni u yoki bu darajada sho'rlangandir. Viloyatda minerallashtirilgan yerosti suvlarining yuzaga yaqin joylashganligi tuproqlarda sho'rlanish jarayonining kuchayishiga olib kelgan. Tuproqshunoslik va agrokimyo ilmiy-tadqiqot instituti ma'lumotlariga ko'ra, Sirdaryo viloyatlarining sug'oriladigan yerlarida turli darajadagi sulfat-xloridli va xlorid-sulfatli tipdagi sho'rlanishlar uchraydi. Viloyat tuproqlarining turli qatlamlari va qavatlaridagi gipsli qatlam tuproqning suv o'tkazuvchanligini yomonlashtiradi, natijada tuproqda suvda eruvchi tuzlarning yuvilishini qiyinlashtiradi.

Hozirgi vaqtda Sirdaryo viloyatida yuvilgan va kuchsiz sho'rlangan tuproqlar (umumiy yer fondining 60%) ko'proqni tashkil etadi. Viloyatda kuchli sho'rlangan va juda kuchli sho'rlangan yerlar umumiy yer fondining 9,5% ni egallagan.

Mirzacho'lda kuchsiz sho'rlangan tuproq gorizontlaridagi (0-100 sm) quruq qoldiqning o'rtacha

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

miqdori 0,5-0,9% ni, kuchli sho'rlangan tuproqlarda esa 1,2-2,6% ni tashkil etadi. Shuni ta'kidlash zarurki, kuchsiz va kuchli sho'rlangan tuproqlarning kimyoviy tarkibi bir-biridan ancha farq qiladi. Xususan, kuchsiz sho'rlangan tuproqning anion bo'yicha sho'rlanish xili gorizontning barcha qavatlarida mavsum davomida xlorid-sulfatli tipda, kation bo'yicha esa asosan kalsiyli va qisman magniyli tipda uchraydi. Kuchli sho'rlangan tuproqning anion bo'yicha sho'rlanish xili esa gorizontning barcha qavatlarida mavsum davomida tipik sulfatli tipda, kation bo'yicha esa asosan kalsiyli tipda mavjud bo'ladi.

I.A. Begmatov va I.X.Xamdamlarning (2021) ma'lumotlariga ko'ra, Sirdaryo sharoitida tuproq sho'rlanishini asosiy sabablaridan biri sizot suvining yer yuzasiga yaqinligi va sho'rlanganligidir [6]. Jumladan, 104,8 ming ga yerdagi sizot suvlari 1-3 g/l, 131,9 ming ga yerda – 3-5, 49,9 ming ga yerda – 5-10 g/l va undan ortiq erigan tuzlarni saqlaydi.

Ma'lumki, sho'r yerlarda sho'rga chidamli o'simliklarning o'stirilishi tuproqning qayta o'zlashish jarayonining asosiy bosqichi sanaladi. Hozirgi kunda dorivor o'simliklarni sho'r yerlarga introduksiya qilish, ular orasidan sho'rga chidamli o'simliklarni tanlash va ulardan "yashil makon" doirasida unumli foydalanish dolzarb ekologik muammo sifatida namoyon bo'lmoqda.

Shu vaqtgacha dehqonchilikda sho'r yerlarning o'zlashtirilishida bir qancha o'simliklar sinab ko'rilgan. Bu muammoni hal etish uchun O'zbekiston Respublikasi FA Botanika instituti olimlarining ilmiy ishlari asosida Mirzacho'lning sho'r yerlarida galofit shirinmiya turlari o'stirilib, sinab ko'rildi va ularning meliorativ xususiyatlari aniqlandi. Shirinmiyaning ildizlari tuproqdagi gipsli qatlamni parchalab o'tib, sho'rlanishni 2,0-2,5 barobar kamaytiradi. Tuproq donadorligini o'rttirib, uni azot, gumuslar bilan boyitadi va foydali mikroorganizmlarning paydo bo'lishiga sharoit yaratadi. Shu jihatlari borligi sababli shirinmiya – g'o'za almashlab ekish texnologiyasi ishlab chiqilgan [15]. N. Haydarovning ta'kidlashicha, sho'r yerlarda shirinmiya ekilgan maydonlarda 5 yil davomida tuproqdagi xlorid-sulfat tuzlari 2,0% dan 1,2-1,0% gacha kamaygan. Shirinmiya juda qalinlashib o'sgani uchun tuproqning yuza qismiga soya beradi va ushbu maydondagi mikroiklim o'zgarib, tashqaridan bo'ladigan ekologik omillarning ta'sir kuchi sezilarli darajada pasayadi.

Keyingi tadqiqotlar sho'rga chidamli, tuproqning yuza qatlamini tez qoplaydigan va o'zlashish jarayoniga ta'sir eta oladigan o'simliklardan keng foydalanish zarurligini ko'rsatdi. B. To'xtayev (2009) tomonidan o'rta va kuchli sho'rlangan tuproqlarda 100dan oshiq dorivor o'simliklar introduksiya sharoitida o'stirilib, ularni sho'r tuproq sharoitida unuvchanlik va ko'karuvchanlik darajasi o'rganilgan [16-17]. Introduksiya qilingan dorivor o'simliklar urug'dan, ko'chati va ildizpoyadan ekilgan.

Kuzatishlarga ko'ra Mirzacho'lning kuchli sho'rlangan tuproqlarida shirinmiyaning o'zlashtiruvchanlik xususiyatlari 3-vegetatsiya yili davomida namoyon bo'ladi va vegetatsiyaning oxirida bu jarayon to'liq amalga oshadi (1-rasm, 1). Vegetatsiyaning 4-5-yillarida esa, o'zlashish jarayoni bir me'yorda ijobiy tomonga o'zgarib boradi. Oraliq o'simliklar o'stirilgan bir yil davomida tuproq tarkibida oziqlantiruvchi elementlar va unumdorlik miqdori deyarli ikki barobarga ko'payadi. O'simliklarning barglari to'kilishi va begona o'tlarning yer ustki qismlari qurib qolishi natijasida, tuproq yuzasida 5-10 sm li xashakdan iborat qatlam hosil bo'ladi. Fitomassa qoldiqlari tuproqning haydalishi bilan aralashib chirindiga aylanadi.

Sho'rga chidamli o't o'simlik turlaridan biri dorivor moychechak (*Matricaria recutita* L.). sanaladi. Dorivor vosita sifatida tibbiyotda o'simlikning guli foydalaniladi. Gul xomashyosining hosildorligi 0,65-0,70 t/ga ni tashkil etadi [18]. Uning tarkibida ko'p miqdorda efir moylari bo'lib, oshqozon-ichak, ich ketish, tomir tortishish kasalliklarini davolashda ishlatiladigan vositalarning asosini tashkil etadi [19].



1



2



3



4

1-rasm. Sho'rga chidamli dorivor o'simliklar: 1- shirinmiya, 2- dorivor tirnoqgul, 3- yer noki (topinambur), 4- dorivor goji.

Dorivor tirnoqgul (*Calendula officinalis* L.) – Asteraceae oilasiga mansub bo'lib, 2 yillik o't (1-rasm, 2). O'simlik tabiiy holda Sirkumboreal, Eron-Turon va O'rta yer dengizi flora hududlariga mansub. Dorivor tirnoqgul madaniy holda manzarali va dorivor o'simlik sifatida o'stiriladi. Dorivor vosita sifatida o'simlikning gullari teriladi va oshqozon yarasi va yiringlarni davolashda ishlatiladi [20].

Yer noki (*Helianthus tuberosus* L.) – Asteraceae oilasiga mansub, ko'p yillik o'tdir (2-rasm, 3). O'simlikning asosiy vatani Shimoliy Amerika bo'lib, Yevropaga o'rta asrlarda introduktsiya qilinib, topinambur degan nom olgan. Hozirgi vaqtda yer noki madaniy holda G'arbiy Yevropa va Rossiyada ekiladi [18]. Yer nokining tuganak ildizlari (kartoshka), xom-ashyo sifatida dori-darmon va oziq-ovqat sanoatida ishlatiladi. O'simlik tuganak ildizlari kimyoviy tarkibi jihatidan o'ziga xos bo'lib, polisaxaridlardan inulin saqlaydi. Tuganak ildizlari iste'mol qilinganda organizmda ko'p miqdorda fruktoza hosil bo'ladi. Bu jarayon qandli diabet kasalligini davolashda va uning oldini olishda muhim usul hisoblanadi. Sho'r tuproqlarda, yer noki ildizpoyadan kupaytiriladi va uning ko'karuvchanligi 100 % ga tenglashadi.

Sho'r yerlarda o'sa oladigan istiqbolli o'simliklar qatoriga *Lycium* turlari ham kiradi [3]. *Lycium* turkumining dorivor vakillari ko'p yillik butalardir. Ularning bo'yi 2-3 m gacha bo'ladi. Keyingi ma'lumotlarga qaraganda 26 ta davlatlarda *Lycium* turlari yetishtirilib, uning xomashyosi jahon bo'ylab eksport qilinmoqda [21]. Tijorat maqsadlarida foydalaniladigan goji mevalarining 90% *L. barbarum* turiga taalluqlidir (1-rasm, 4). Mazkur tur Xitoyning shimoli-g'arbida Ninsya provinsiyasida 600 yildan beri yetishtirilib kelinadi [22]. Bugungi kunda jahon bozorida bu o'simliklarning yuqori qiymatga ega bo'lgan kimyoviy tarkibi tufayli uning qiymati oshib bormoqda va dorivor o'simlik sifatida keng targ'ib etilmoqda. Hozirgi kunda Sirdaryo, Xorazm va Samarqand viloyatlarida goji plantatsiyalari tashkil etilmoqda.

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Xulosa. Yuqoridagi tahlillardan xulosa qilish mumkinki, Mirzacho'lining sug'oriladigan tuproqlarining qariyb teng yarmidan ko'prog'i ma'lum darajada sho'rlangandir. Ushbu maydonlardan samarali foydalanish va yetarli hosil olish maqsadida mazkur hududlarga sho'rga chidamli bo'lgan ekin turlarini joylashtirish talab etiladi. Farmsanoatni o'sib borayotgan dorivor o'simliklar xomashyosiga bo'lgan talabini ta'minlash uchun o'rtacha va kuchli sho'rlangan maydonlarda shirinmiya, topinamur, dorivor moychechak, kalendulla, goji kabi dorvor turlarini ekishga tavsiya qilish mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Yuan F., Leng B.Y., Wang B.S. Progress in studying salt secretion from the salt glands in recretohalophytes: How do plants secrete salt?// Front. Plant Sci. 2016; 7:977. doi: 10.3389/fpls.2016.00977. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
1. Jose A.M., Maria O.O., Agustina B.V., Pedro D.V., Maria S.B., Jose H.J.A. Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. //Agronomy, 2017; 7:18 [Google Scholar]
2. Karshibayev X.K., Amanova M. Sho'rlangan tuproqlarda goji yetishtirish // Guliston davlat universiteti axborotnomasi, 2024. - № 2. -B. 67-72.
3. Ўзбекистон Республикаси ер ресурслари ҳолати туғрисида Миллий ҳисобот. –Т.: 2020. - 102 б.
4. Шўрланишни бошқариш буйича қўлланма. БМТ-ФАО. -Тошкент: Baktria, 2021. - 56 б.
5. Begmatov I.A., Xamdamov I.X. Sug'oriladigan yerlarni meliorativ holatini yaxshilash moduli bo'yicha O'UM. –Toshkent: 2021. –B. 24-30.
6. Каршибаев Х.К., Тухтаев Б.Ё. Мирзачўлнинг шўрланган тупроқларида ўстирилган ширинмиянинг фитомелиорантлик хусусиятлари// Университет ахборотномаси, 2016. № 4. -Б. 39-42.
7. Xidraliyev K.E., Zikirov I.Ya. Tuproq resurslari va uning unumdorligini ko'tarishning asosiy mexanizmlari //“Sug'oriladigan tuproqlar unumdorligini tiklash, saqlash, oshirish agrotexnologiyalari va uning dolzarb muammolari” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami (20 oktyabr 2020 yil). –Guliston: 2020. –B. 286-290.
8. Нерозин А. Е. Сельскохозяйственная мелиорация. –Ташкент: Укитувчи, 1980. –215 с.
9. Гафурова Л.А., Абдурахмонова Т.А., Жабборов З.А., Саидова М.Е. Тупроқлар деградацияси. – Тошкент: 2012. - 218 б.
10. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов// Бюллетень Почвенного Института им. В.В.Докучаева, 1972. -Вып.5. –С. 36-40.
11. Ковда В. А. Борьба с засолением земель. –М.: Колос, 1981. –С. 7-28.
12. Камилов О. К. Мелиорация засоленных земель Узбекистана. –Ташкент: Фан, 1985. –237 с.
13. Намозов Х.Қ., Шахраимова К.И., Турдиметов Ш. М. Тупроқ бонитировкаси. –Тошкент: ЎЗМЭ давлат илмий нашриёти, 2004. –199 б.
14. Хайдаров Н. Биологические аспекты солодки голой и агроценотическая среда.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. –Ташкент: ИБ АН УзССР, 1989. –23 с.
15. Тухтаев Б. Е., Ашурметов О. А. Плантация культур – освоителей на засоленных землях // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2006. № 3. – С. 11-14.
16. Тухтаев Б.Ё. Интродукция лекарственных растений на засоленных землях Узбекистана: Автореферат док. дисс. биол. наук. –Ташкент: 2009. -53 с.
17. Мурдахаев Ю. М. Ўзбекистонда ватан тошган доривор ўсимликлар. –Тошкент: Фан, 1990. –76 б.
18. Акопов И.Э. Важнейшие отечественные лекарственные растения и их применение. – Ташкент: Медицина, 1990. – 444 с.
19. Ходжиматов О.К. Лекарственные растения Узбекистана. –Тошкент: Маънавият, 2021. - 328 с.
20. Karshibayev X.K., Amanova M.M. Mirzacho'lda istiqbolli dorivor *Lycium turkumi* vakillarining introduksiyasi va ularni ko'paytirish usullari (monografiya). –Toshkent: Metodist nashriyoti, 1923. -124 b.
21. Chen J., Liu X., Zhu L. & Wang Y. Nuclear genome size estimation and karyotype analysis of *Lycium* species (Solanaceae).// Scientia horticulturae, 2013. N 151- P. 46-50.

Mualliflar:

Karshibayev X.K. - Dorivor o'simliklar va botanika kafedrası professori, b.f.d.

E-mail: hkarshibaev_53@mail.ru

Amanova M.M. - ToshDAU dorivor o'simliklar kafedrası mudiri, dots., b.f.f.d.

E-mail: amanova2020@mail.ru

CONTENTS

PHYSICS-MATHEMATICS

Saidov A.S., Usmonov Sh.N., Gaymnazarov K.G., Saporov D.V. CURRENT TRANSFER MECHANISMS IN $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ HETEROSTRUCTURE AT DIFFERENT TEMPERATURES.....	3
Nurbaev Abdurashid Ravshanovich. CLASSIFICATION OF SURFACE INDICATRICES IN FOUR-DIMENSIONAL GALILEAN SPACE.....	11

BIOLOGY

Djumaeva Zarina Furkatovna, Karshibaev Khazratkul Kilichievich. FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOME FORAGE SAINFOINS (FABACEAE) IN THE SEMI-DESERT ZONE OF UZBEKISTAN.....	18
Mirzayeva Adolat Usmonboyevna, Ibadullayeva Nargiz Sapiyevna, Qo'shoqova Dilafruz Shavkat qizi, Mirkasimova Halida Hafizovna, Xikmalullayeva Aziza Saidullayevna, Berdiyeva Saboxat Bahrom qizi, Kamolxodjayev Dilmurod Alixodjayevich. IDENTIFICATION OF PATHOGENS FOUND IN TICKS FROM KARAKALPAKSTAN AND BUKHARA REGIONS USING REAL-TIME POLYMERASE CHAIN REACTION (PCR) METHOD.....	24
Abdurakhmonov Abdullokh, Abdusamatov Sokhibjon, Sultanov Numonjon, Davranov Kakhramon. MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS OF METHIONINE AMINO ACID AND ITS REGULATION.....	29
Utaev Mavlon Saydullaevich, Kurbanbaev Ilxam Djumanazarovich, Abdishukirova Soxiba Kamolovna. COMPARATIVE ANALYSIS OF CHLOROPHYL CONTENT IN LEAVES OF SOYBEAN VARIETIES AT DIFFERENT STAGES OF PLANT DEVELOPMENT.....	39

CHEMISTRY

Kasimov Shodibek Islamovich. SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GALLIC ACID COMPLEXES WITH GLYCYRRHIZINIC ACID AND ITS SALTS.....	44
Yettibaeva Lolaxon Abdumalikovna, Ergashev Abdulaziz Shovkat o'g'li, Turdibekova Muxlisa Zufar qizi. SYNTHESIS OF MENTHYL GLYCINATE ESTER AND ANALYSIS OF ITS CHEMICAL STRUCTURE.....	49
Xakimov Farrux Shokirjonovich, Xamdamova Shoxida Sherzodovna, Maksumova Oyto'ra Sitdikovna. HISTORY OF ELECTROCHEMISTRY AND ENERGY STORAGE SYSTEMS IN UZBEKISTAN, EXPERIENCE AND PROSPECTS OF NA-S SECONDARY BATTERIES IN THE WORLD.....	55

TECHNICAL SCIENCES

Xodjiyev Muxsin Tadjiyevich, Turdiboyev Dilshod Hamidovich, Alimov Orif Nematovich. DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF CLEANING DUST COLLECTORS IN COTTON CLEANING EQUIPMENT.....	62
Sattarov Karim Karshiyevich, Xazratkulov Javsir Zokir o'g'li, Tuxtamishova Gulnoza Karshibayevna. ANALYSIS OF THE QUALITY OF COMPOUND FEED FOR FISH.....	68
Boyjanov Nodirbek Ilxomovich, Erkaeva Nodira Choriyorovna, Hamidova Madina Olimjonovna, Axmedov Azimjon Normo'minovich, Serkaev Qamar Pardaevich. THE EFFECT OF FILTERING AND BLEACHING AGENTS ON OIL FILTRATION RATES.....	74

AGRICULTURE

Xodjiev Muksin Tadjievich, Turdimetov Shaxobiddin Muxiddinovich, Musurmanov Alisher Amirqulovich, Kurdashev Kudrat Davlyatovich. PROPERTIES OF IRRIGATED GRAY-MEADWAY SOILS OF GULISTAN DISTRICT (based on the example of the experimental site of GulSU)	84
Jabbarov Zafarjon Abdukarimovich, Atoyeva Gulhayo Raxmonovna, Talapova Sevinch Insobali qizi. FACTORS AFFECTING SOIL POLLUTION AROUND THE HOUSEHOLD WASTE.....	91
Karshibaev Xazratkul Kilichievich, Amanova Mavluda Mustafakulovna. ISSUES OF THE USE OF SALINE LANDS OF MIRZACHUL IN THE CULTIVATION OF MEDICINAL PLANTS.....	96

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

MUNDARIJA

FIZIKA-MATEMATIKA

Saidov A.S., Usmonov Sh.N., Gaymnazarov K.G., Saparov D.V. $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ GETEROSTRUKTURANING TURLI HARORATLARDAGI TOK O'TKAZISH MEKANIZMLARI.....	3
Nurbayev Abdurashid Ravshanovich. TO'RT O'LCHOVLI GALILEY FAZOSIDA SIRT INDIKATRISASI KLASSIFIKATSIYASI.....	11

BIOLOGIYA

Djumayeva Zarina Furkatovna, Karshibayev Xazratkul Kilichiyevich. O'ZBEKISTON ADIR MINTAQASIDAGI AYRIM EM-XASHAK ZIRAKO'TLARINING (FABACEAE) O'SISH VA RIVOJLANISH XUSUSIYATLARI.....	18
Mirzayeva Adolat Usmonboyevna, Ibadullayeva Nargiz Sapiyevna, Qo'shoqova Dilafruz Shavkat qizi, Mirkasimova Halida Hafizovna, Xikmalullayeva Aziza Saidullayevna, Berdiyeva Saboxat Bahrom qizi, Kamolxodjayev Dilmurod Alixodjayevich. POLIMERAZA ZANJIR REAKSIYASI USULIDA QORAQALOG'ISTON VA BUXORO HUDUDIDAGI KANALARDA UCHROVCHI PATOGENLARNI ANIQLASH.....	24
Abdurakhmonov Abdullokh, Abdusamatov Sokhibjon, Sultanov Numonjon, Davranov Kakhramon. METIONIN AMINOKISLOTASINING MIKROBIOLOGIK SINTEZI VA UNING REGULYATSIYASI.....	29
Utayev Mavlon Saydullayevich, Kurbanbayev Ilxam Djumanazarovich, Abdishukirova Soxiba Kamolovna. SOYA NAVLARINING BARGIDAGI XLOROFILL MIQDORINI O'SIMLIKLAR RIVOJLANISHINING TURLI BOSQICHLARIDAGI QIYOSIY TAHLILI.....	39

KIMYO

Kasimov Shodibek Islamovich. GLITSIRRIZIN KISLOTA VA UNING TUZLARI BILAN GALL KISLOTASINING KOMPLEKSLARINING AYRIM FIZIK-KIMYOVIY KATTALIKLARI.....	44
Yettibayeva Lolaxon Abdumalikovna, Ergashev Abdulaziz Shovkat o'g'li, Turdibekova Muxlisa Zufar qizi. MENTOLGLITSINAT MURAKKAB EFIRI SINTEZI VA KIMYOVIY TUZILISHI TAHLILI.....	49
Xakimov Farrux Shokirjonovich, Xamdamova Shoxida Sherzodovna, Maksumova Oyto'ra Sitdikovna. O'ZBEKISTONDA ELEKTROKIMYO VA ENERGIYA SAQLASH TIZIMLARI TARIXI, JAHONDA NA-S IKKILAMCHI BATAREYALARI TAJRIBASI VA ISTIQBOLLARI.....	55

TEXNIKA FANLARI

Xodjiyev Muxsin Tadjiyevich, Turdiboyev Dilshod Hamidovich, Alimov Orif Nematovich. PAXTA TOZALASH USKUNALARIDA CHANG USHLAGICHLARNI TOZALASH SAMARADORLIGI ANIQLASH.....	62
Sattarov Karim Karshiyevich, Xazratkulov Javsir Zokir o'g'li, Tuxtamishova Gulnoza Karshibayevna. BALIQLAR UCHUN OMIXTA YEM SIFATINI TAHLILI.....	68
Boyjanov Nodirbek Ilxomovich, Erkayeva Nodira Choriyorovna, Hamidova Madina Olimjonovna, Axmedov Azimjon Normo'minovich, Serkayev Qamar Pardayevich. FILTRLASH-OQLASH AGENTLARINI MOYLARNI FILTRLASH KO'RSATGICHLARIGA TA'SIRI.....	74

QISHLOQ XO'JALIGI

Xodjiyev Muksin Tadjiyevich, Turdimetov Shaxobiddin Muxiddinovich, Musurmanov Alisher Amirqulovich, Kurdashev Kudrat Davlyatovich. GULISTON TUMANI SUG'ORILADIGAN BO'Z-O'TLOQI TUPROQLARINING XOSSALARI (GulDU tajriba maydoni misolida).....	84
Jabbarov Zafarjon Abdukarimovich, Atoyeva Gulhayo Raxmonovna, Talapova Sevinch Insobali qizi. MAISHIY CHIQINDIXONA ATROFIDA TARQALGAN TUPROQLARNING IFLOSLANISHIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR.....	91
Karshibayev Xazratkul Kilichiyevich, Amanova Mavluda Mustafakulovna. MIRZACHO'LNING SHO'RLANGAN TUPROQLARIDAN DORIVOR O'SIMLIKLAR YETISHTIRISHDA FOYDALANISH MASALALARI.....	96

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА

Саидов А.С., Усмонов Ш.Н., Гаймназаров К.Г., Сапаров Д.В. МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕНОСА ТОКА В $n\text{GaAs-p}(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....	3
Нурбаев Абдурашид Равшанович. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИНДИКАТРИС В ЧЕТЫРЁХМЕРНОМ ГАЛИЛЕЕВОМ ПРОСТРАНСТВЕ.....	11

БИОЛОГИЯ

Джумаева Зарина Фуркатовна, Каршибаев Хазраткул Киличиевич. ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ НЕКОТОРЫХ КОРМОВЫХ ЭСПАРЦЕТОВ (FABACEAE) В АДЫРНОЙ ЗОНЕ УЗБЕКИСТАНА.....	18
Мирзаева Адолат Усмонбоевна, Ибадуллаева Наргиз Сапиевна, Кушкова Дилафруз Шавкат кизи, Миркасинова Халида Хафизовна, Хикматуллаева Азиза Саидуллаевна, Бердиева Сабохат Бахром кизи, Камолходжаев Дилмурод Алиходжаевич. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАТОГЕНОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ У КЛЕЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ КАРАКАЛПАКСТАНА И БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	24
Абдурахмонов Абдуллох, Абдусаматов Сохибжон, Султанов Нумонжон, Давранов Кахрамон. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТЫ МЕТИОНИНА И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ.....	29
Утаев Мавлон Сайдуллаевич, Курбанбаев Илхам Джуманазарович, Абдишукирова Сохиба Камоловна. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛА В ЛИСТЬЯХ СОРТОВ СОИ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ.....	39

ХИМИЯ

Касимов Шодибек Исламович. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ С ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТОЙ И ЕЕ СОЛЯМИ.....	44
Еттибаева Лолахон Абдумаликовна, Эргашев Абдулазиз Шовкат угли, Турдибекова Мухлиса Зуфар кизи. СИНТЕЗ СЛОЖНОГО ЭФИРА МЕНТИЛГЛИЦИНАТА И АНАЛИЗ ЕГО ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ.....	49
Хакимов Фаррух Шокиржонович, Хамдамова Шохид Шерзодовна, Максумова Ойтура Ситдиковна. ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИИ И СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В УЗБЕКИСТАНЕ, ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВТОРИЧНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ NA-S В МИРЕ.....	55

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ходжиев Мухсин Таджиевич, Турдибоев Дилшод Хамидович, Алимов Ориф Нематович. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ В ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ.....	62
Саттаров Карим Каршиевич, Хазраткулов Жавсур Зокир ўғли, Тухтамишова Гулноза Каршибаевна. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ.....	68
Байджанов Нодирбек Илхомович, Эркаева Нодира Чориёровна, Хамидова Мадина Олимжоновна, Ахмедов Азимжон Нормуминович, Серкаев Камар Пардаевич. ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРУЮЩЕ-ОТБЕЛИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЛЬТРАЦИИ МАСЕЛ.....	74

СЕЛСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ходжиев Мухсин Таджиевич, Турдиметов Шахобиддин Мухиддинович, Мусурманов Алишер Амиркулович, Курдашев Кудрат Давлятович. СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЁМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ГУЛИСТАНСКОГО РАЙОНА (на примере опытного участка ГулГУ)	84
Жаббаров Зафаржон Абдукаримович, Атоева Гулҳаё Рахмоновна, Талапова Севинч Инсобали кизи. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ВОКРУГ БЫТОВОЙ СВАЛКИ.....	91
Каршибаев Хазраткул Киличиевич, Аманова Мавлуда Мустафакуловна. ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ МИРЗАЧУЛЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	96

“Guliston davlat universiteti axborotnomasi” ilmiy jurnali
mualliflari diqqatiga!

1. “Guliston davlat universiteti axborotnomasi” ilmiy jurnali quyidagi sohalar bo'yicha ilmiy maqolalarni o'zbek, rus va ingliz tillarida chop etadi:

- Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari (fizika-matematika, biologiya, kimyo, texnika fanlari, qishloq xo'jaligi).

- Gumanitar - ijtimoiy fanlar (pedagogika, filologiya, ijtimoiy fanlar).

2. E'lon qilinadigan maqolalarga bo'lgan asosiy talablar: ishning dolzarbligi va ilmiy yangiligi; maqolaning hajmi: adabiyotlar ro'yxati, chizma va jadvallar inobatga olingan holatda 9-10 betgacha; maqola nomi, annotatsiya (180-200 ta so'z) va tayanch so'zlar (8-10 ta) ingliz, o'zbek va rus tillarida keltiriladi.

3. Maqola boshida UDK, mavzu, muallifning F.I.O.(to'liq yozilishi kerak), tashkilot, shahar, mamlakat, muallifning E-mail, annotatsiya (namunaga qarang) berilib, keyin matn keltiriladi. Matnda kirish qismi, tadqiqot ob'yekti va qo'llanilgan metodlar, olingan natijalar va ularning tahlili, xulosa, adabiyotlar ro'yxati (kirill va lotin imlosida, namunaga qarang) albatta keltiriladi. Maqolada keyingi 10-15 yilda e'lon qilingan adabiyotlarga havola qilinishi tavsiya etiladi.

4. Matn uchun: Microsoft Word; Times New Roman, 12 shrift, maqola nomi bosh harflarda, interval 1,5; abzas 1,0 sm, yuqori va pastki tomon 2 sm, chap tomon 3 sm, o'ng tomon 1,5 sm.

Namuna:

UDK 581.14

**REPRODUCTION CHARACTERISTICS OF *GOBELIA PACHYCARPA* (FABACEAE) IN
THE ARID ZONES OF UZBEKISTAN**

**O'ZBEKISTONNING QURG'OQCHIL MINTAQASIDA *GOBELIA PACHYCARPA*
(FABACEAE)NING REPRODUKTSIYASI**

РЕПРОДУКЦИЯ *GOBELIA PACHYCARPA* (FABACEAE) В АРИДНОЙ ЗОНЕ УЗБЕКИСТАНА
Botirova Laziza Axmadjon qizi¹, Karimova Inobatxon²

¹Guliston davlat universiteti, 120100. Sirdaryo viloyati, Guliston shahri, IV mikrorayon.

²Andijon qishloq xo'jaligi instituti, 150100. Andijon shahri, Uvaysiy ko'chasi 12-uy.

E-mail: liliya_15@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the reproduction processes of 3 populations of *Goebelia pachicarpa* (C.A.Mey.) Bunge in the arid zones of Uzbekistan. While studying the reproductive biology of plants the works of Sasyperova I.F. (1993), Ashurmetov A.A. and Karshibaev H.K. (2002) were used. Seed production of plants was defined according to the methods of Ashurmetov A.A. (1982) and Zlobin Yu.A. (2002). Reproduction strategies of species were determined by Ramenskiy – Grime system. (Abstract 180-200 ta so'zdan kam bo'lmashi kerak).

Keywords: *Goebelia pachicarpa*, reproduction, reproduction strategy, seed productivity, dissemination, seed and vegetative reproduction, diaspore, seed renewal (8-10 ta).

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

Annotatsiya. Ushbu maqola *Goebelia pachicarpa* (C.A.Mey.) turining 2 ta populyatsiyasida.....(180-200 ta so'zdan kam bo'lmashligi kerak

Tayanch so'zlar: *Goebelia pachicarpa*, reproduksiya, (8-10 ta).

Аннотация. Данная статья посвящена к двум популяциям *Goebelia pachicarpa* (C.A.Mey.).....(180-200 шт.)

Ключевые слова: *Goebelia pachicarpa*, репродукция, 8-10 шт.

Matn keltiriladi:

Kirish. Muammoning dorzarbligi asoslanadi va maqsad ko'rsatiladi (maqolaning maqsadi ... aniqlash, ishlab chiqish, tavsiya berish, tasdiqlash, baholash, yechimini topish, ...).

Tadqiqot ob'yekti va qo'llanilgan metodlar...

Olingan natijalar va ularning tahlili...

Xulosa, rahmatnoma (*majburiy emas*) ketma-ketlikda keltiriladi.

5. Foydalanilgan adabiyotlarga havola to'rtburchak qavsda [1], jadval va rasmlarga havolalar esa dumaloq qavslarda keltiriladi (1-jadval), (2-rasm). Jadval va rasmlar matndan keyin berilishi lozim. Ularning umumiy soni 5 tadan oshmasligi kerak.

6. Adabiyotlar ro'yxati matnda kelishi bo'yicha keltiriladi, masalan [1], [2],

Adabiyotlar ro'yxati: (*adabiyotlar nomi asl (original) holda keltiriladi*)

Kitoblar: Muallif, nomi, shahar, nashriyot, yil va betlar keltiriladi (*Namuna:* 1. Иванов И.И. Лекарственные средства. - М.: Медицина, 1997. - 328 с.)

Maqolalar: Muallif, maqola nomi // Jurnal nomi, yil, №, betlar. (2. Каримова С.К. Адир минтақасининг лола турлари. // О'зб. биол. журн., 2009. -№ 2. - Б. 10-18.)

Avtoreferatlar: Muallif, nomi: doktorlik. diss. avtoreferati, shahar, yil, betlar. (3. Ходжаев Д.Х. Влияние микроэлементов на урожайность хлопчатника: Автореф. дисс... д-ра биол.наук.- Москва, 1995. - 35 с.)

Tezislari: Mualliflar, nomi // To'plam nomi, shahar, yil va betlar. (4. Каршибаев Х.К., Ахмедов Г.А. Биоэкологические исследования видов янтaka // Материалы Респуб. научн. конф. "Кормовые растения Узбекистана". - Гулистан, 2006. - С. 15-17.)

7. Adabiyotlar ro'yxati qo'shimcha lotin imlosida takror keltiriladi:

References:

1. Ivanov I.I. Lekarstvennie sredstva. - M.: Medisina, 1997. - 328 s. (in Russian)

2. Karimova S.K. Adir mintaqasi lola turlari // O'zb. biol. jurn., 2009.-№ 2. - B. 10-18.

3. Xodjaev D.X. Vliyanie mikroelementov na uroжайnost xlopchatnika: Avtoref. diss... d-ra biol. nauk.- Moskva, 1995. - 35 s. (in Russian)

4. Karshibaev X.K., Ahmedov G.A. Bioekologicheskie issledovaniya vidov yantaka // Materiali Rеспub. научн. конф. "Kormovie rasteniya Uzbekistana". - Gulistan, 2006. - S. 15-17. (in Russian)

8. Tahririyat fizik o'lchovlarni keltirishda xalqaro tizim (SI), biologik ob'yektlarni nomlashda xalqaro Kodeks nomenklaturasidan foydalanishni tavsiya etadi. Butun sondan keyingi sonlar nuqta bilan ajratiladi (0.2).

*** GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI AXBOROTNOMASI,**
Tabiiy, qishloq xo'jaligi, texnika fanlari seriyasi. 2025. № 3

9. Tahririyatga maqolaning elektron varianti topshiriladi. Maqolaning so'ngi betida hamma mualliflarning imzosi bo'lishi shart. Qo'lyozmaga ish bajarilgan tashkilotning yo'llanma xati, tasdiqlangan ekspertiza akti, taqrizlar ilova qilinadi. Maqolaning oxirgi betida mualliflar to'g'risidagi ma'lumotlar keltiriladi. Masalan:

Mualliflar:

Botirova Laziza Axmadjon qizi – Guliston davlat universiteti Dorivor o'simliklar va botanika kafedrası mudiri, b.f.n., dotsenti. E-mail: liliya_15@mail.ru

Karimova Inobatxon - Andijon qishloq xo'jaligi instituti tadqiqotchisi. E-mail: inobat_90@inbox.ru

10. Tahririyat maqolani taqrizga yuboradi, taqriz ijobiy bo'lsa maqola jurnalda chop etish uchun qabul qilinadi. Maqola jurnalda maxsus hisobga (Guliston davlat universiteti Moliya vazirligi G'aznachiligi x/r. 23402000300100001010, INN 201122919, MFO 00014. Markaziy bank XKKM Toshkent sh. BB STIR 200322757, ShXR 400110860244017094100350002 axborotnoma uchun) mehnatga haq to'lashning bazaviy hisoblash miqdorida (412 000 so'm) to'lov amalga oshirilgandan keyin chop etiladi. Jurnalda anjuman tezisları va ma'ruzalari chop etilmaydi. **E'lon qilingan materiallarning haqqoniyligiga va ko'chirilmaganligiga shaxsan muallif javobgardir.**

11. Tahririyat maqolaga ayrim kichik o'zgartirishlarni kiritishi mumkin. Yuqoridagi talablarga javob bermaydigan maqolalar tahririyat tomonidan ko'rib chiqilmaydi va muallifga qaytarilmaydi.

Manzil: O'zbekiston Respublikasi, 120100, Guliston shahri, 4-mavze, Guliston davlat universiteti, Asosiy bino, 4-qavat, 423-xona.

Web site: www.guldu.uz

E-mail: guldu-vestnik@umail.uz

Muharrirlar: U.Mavlyanov, R.Axmedov

Terishga berildi: 2025-yil 22-sentabr. Bosishga ruxsat etildi: 2025-yil 30-sentabr.

Qog'oz bichimi: 60x84, 1/8. F. A4. Shartli bosma tabog'i 6,75. Adadi 100.

Buyurtma № _____. Bahosi kelishilgan narxda.

“Universitet” bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: 120100, Guliston shahri, 4-mavze, Guliston davlat universiteti,
Asosiy bino, 4-qavat, 423-xona. Tel.: (67) 225-41-76