

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM,  
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI  
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

**TAHRIRIYAT HAY'ATI**

**Bosh muharrir:** prof. Nabiyev D.H.

**Bosh muharrir o'rinbosari:**

f.-m.f.d. Bekpulatov I.R.

**Mas'ul kotib:** dots. Ne'matova Y.O.

**Tahririyat hay'ati a'zolari:**

prof. Bahriddinova B.M.

prof. Bo'riyev O.B.

prof. Yoziyev L.Y.

prof. Jabborov A.M.

prof. Jabborov X.J.

f.-m.f.d. Imomov A.A.

k.f.d. Kamolov L.S.

prof. Kuchboyev A.E.

prof. Mengliyev B.R.

prof. Normurodov M.T.

prof. Nurillayeva Sh.N.

prof. Nurmanov S.E.

p.f.d. Oripova N.X.

prof. Ochilov A.O.

prof. Tojiyeva G.N.

prof. To'rayev D.T.

prof. Umirzakov B.Ye.

prof. Xayriddinov B.X.

prof. Xolmurodov A.E.

prof. Choriyev S.A.

prof. Shodiyev R.D.

prof. Shodmonov N.N.

prof. Erkeyev A.P.

prof. Ernazarova G.X.

prof. Eshov B.J.

prof. Qurbonov Sh.Q.

prof. Qo'liyev B.T.

prof. Bekmurodova G.H.

prof. Imanova G.T.

prof. Bobonazarov G'.Y.

prof. Shukurov O.M.

prof. Yusupova A.Sh

f.f.d. Imomova G.M.

dots. Ro'ziyev B.X.

dots. Eshqorayeva N.G'.

dots. Xolmirzayev N.S.

dots. Hamrayeva Y.N.

dots. Rizayev B.X.

dots. Nashirova Sh.B.

f.f.f.d. Musayeva D.T.

**Jurnal 2009-yilda  
tashkil etilgan.**

**MUROJAAT UCHUN MANZIL:**

**Pochta manzili:** 180003, Qarshi,  
Ko'chabog', 17. Qarshi davlat universiteti,  
Filologiya fakulteti binosi, 107-xona.

**Telefon:** 97-222-10-80

**TelegramID:**

[https://t.me/Qardu\\_Xabarlari2024](https://t.me/Qardu_Xabarlari2024)

**Elektron pochta:** qardu\_xabarlari@mail.ru

**Veb-sayt:**

<https://qarshidu.uz/oz/page/ilmiy-jurnal-NEW>

2025  
3(2)

**QarDU xabarlari**  
Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal

Aniq fanlar

**Muassis:** Qarshi davlat universiteti  
**Jurnal Qashqadaryo viloyati Matbuot  
va axborot boshqarmasi tomonidan**

2010.17.09 da

№ 14-061 raqamli guvohnoma  
bilan qayta ro'yxatdan o'tgan.

**Musahhihlar:**

Shodmonova D.E.

Tursunboyev B.N.

Pardayeva D.R.

**Sahifalovchi:**

Yuldoshev D.N.

**Texnik muharrir:**

Raxmatov M.

Jurnal O'zbekiston Respublikasi  
Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy  
attestatsiya komissiyasi Rayosatining  
qarorlari bilan fizika-matematika, kimyo,  
biologiya, tarix, falsafa, siyosatshunoslik,  
filologiya, pedagogika fanlari bo'yicha  
doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy  
natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy  
nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.



**Yiliga 4 marta  
chop etiladi.**

Jurnaldan olingan materiallarga "QarDU  
xabarlari" jurnalidan olindi", degan havola  
berilishi shart. Mualliflardan kelgan materiallar  
egalariga qaytarilmaydi.

## MUNDARIJA

### FIZIKA-MATEMATIKA

<b>Ibadov R.M., Shaymanova F.Y.</b> Brans-Dikke nazariyasidagi zaryadlangan yumronqoziq inlari yechimi.....	4
<b>Mirzayev I., Turdiyev M.S., Shomurodov J.F.</b> Quruq ishqalanish modelida ikki jismning sirpanishdagi va yopishgandagi (stick-slip) harakatlariga inersiya kuchining ta'siri.....	10
<b>Erkaboyev U.I., Sayidov N.A., Nabijonov N.I., G'ayratov S.I., No'monjonov A.A., Boltaboev R.O., Qalandarova Sh.G.</b> Klassik yarimo'tkazgichlarning energetik zonalariga tashqi omillarning ta'siri.....	17
<b>Boltayev Sh.T., Xolbutayeva L.G.</b> Feystel tarmog'iga asoslangan simmetrik blokli shifrlash algoritmlari tadqiqi (DES, BLOWFISH, GOST-28147-89).....	23
<b>Mamatov A.R., Ibrohimova G.Y.</b> Kesmada berilgan parametrga bog'liq bo'lgan maxsus chiziqli tengsizliklar sistemasining yechimlarini qurish algoritmi.....	28
<b>Хойтметов У.А. Атажанова Р.Б.</b> О решении задачи коши для нагруженного уравнения МКДФ пятого порядка в классе быстроубывающих функций.....	34
<b>Уроков К.Х.</b> Методы исследования структуры и механических свойств тугоплавких металлов.....	41
<b>Nazirova E.Sh., Eshqarayeva N.G'., Xujamurotova M.G'.</b> G'ovak muhitda gaz va neftni filtrlash jarayoni masalalarini yechish va algoritmlarini tahlil qilish.....	44

### KIMYO

<b>Yeshimbetov A., Ashurov J., Elmuradov B., Ibragimov B.</b> 2,3-trimetilen-3,4-digidroksiazolin protonlangan holatining axe fermenti bilan kompleksini molekulyar dinamik modellashtirish.....	50
<b>Eshmurodov Kh.E., Djalilov A.T., Ikramov Sh.S., Xodjayev A.A.</b> Synthesis and characterization of silicone-organic hybrid gel from cotton oil by transesterification.....	54
<b>Ismoilov F.S., Karimov M.U., Djalilov A.T., Ismoilova X.Dj.</b> Suv sarfini kamaytirish xususiyatiga ega polikarboksilat superplastifikatorining olinishi va xossalari.....	58
<b>Eshqurbonov F., Hamidov A., Ashurova A.A.</b> Mahalliy xomashoyolardan "agrobentafos" innovatsion o'g'itini ishlab chiqarish.....	64
<b>Jalolov I.J., Maraimova U.R., Jurakulova N.X.</b> Anonain, remerin, L-izoremerin alkaloidlarining pass online va swissadme dasturlari yordamida olingan biologik faolliklari tahlili.....	68
<b>Саломов У.</b> Стириловые красители: достижения и перспективы.....	74
<b>Tojiyeva S.N., Kaxarova M.F.</b> <i>Stachybotrys Chartarum</i> zamburug'idan ajratib olingan 13,22- dimetoksistachibotrin alkaloidining modifikatsiyasi va spektr tahlillari.....	81
<b>Bobilova Ch.H.</b> Neftni qayta ishlashda gidrogenlash jarayonlari.....	86
<b>Abduraxmanova S.S., Ziyadullayev O.E., Nurmanov S.E.</b> Fenolning ayrim atsetilen spirtlari bilan FeCl <sub>3</sub> katalizatori yordamida elektrofil almashinishi.....	90
<b>Karimova M.E., Hasanov Sh.B., Xudoyberganov O.I.</b> Kobalt (II) ionining ketorolak va amidlar bilan aralash-ligandli kompleks birikmalari sintezi va tahlili.....	96
<b>Raxmonova X.</b> Gil kukunlarining sorbsion xossasiga sirt faollik darajasini ta'siri.....	102

### BIOLOGIYA

**Kuziyev M.S., Ergashev D.U.** Sut zardobi haroratining quruq modda hazmlanishi va

mahsuldorlik ko'rsatkichlariga ta'siri.....	108
<b>Qurbonov A.Sh., Mingishova Z.A.</b> Buxoro viloyati G'ijduvon tumani maktab o'quvchilarining jismoniy rivojlanish holatini antropometrik ko'rsatkichlar orqali baholash.....	113
<b>Turayev.Y.Sh.</b> Prediyabetik holatning biomarkeri sifatida insulin rezistensiyasi.....	116
<b>Ражабов О.А., Зоиров Э.Х., Атоева М.О.</b> Философия здоровья тела и разума: интегративный подход к благополучию.....	123
<b>Mirzayeva A., Normatov J., Shapaotov R., Turgunov S.N., Odilova Sh.X.</b> Qashqadaryo viloyati hududidagi Ixodidae oilasi kanalarining faunasi va hayvonlarning zararlanish miqdori.....	126
<b>Abramatov M.B., Ruziev B.Kh.</b> Bioecological aspects and morpho-functional relationships of nematodes of the genus <i>Haemonchus</i> (Cobbold, 1898) in the parasite-host system.....	130
<b>Yangiboyeva N., Ro'zmetov R., Matyakubov Z., Xudoyberganov M., Matsopayeva Sh., Ro'zmetov R.</b> Xorazm viloyati bug'doy dalalarida <i>Melolontha</i> avlodiga mansub bo'lgan qo'ng'izlarning tarqalishi.....	136
<b>Jumanazarov H.O'.</b> Xorazm vohasi piyoz agrosenozi uchrovchi fitofag hasharotlar... 140	140
<b>Fayziyeva N.B.</b> LoMV (BCMV) bilan kasallangan loviya ( <i>PHASEOLUS VULGARIS L</i> ) navlari bargidagi pigment miqdorini aniqlash.....	144
<b>Omonov O.E., Yoziyev L.H., Baysunov B.X.</b> Katta va kichik O'radaryolar havzasi fanerofitlari.....	150
<b>Тутушкина Н. В.</b> Структурные показатели кожуры зрелых семян некоторых видов и внутривидовых разнообразий хлопчатника.....	155
<b>Raximbayeva D.A.</b> Xorazm viloyati tuproq-iqlim sharoitida kanakunjut navlari barglarida transpiratsiya jadalligi.....	159
<b>Turdiyev A.Q., Yunusov X.B., Bakirov B., Rahmonov O'A.</b> Quyonlarni oziqlantirishda gidroponika usulida yetishtirilgan ko'k ozuqalardan foydalanish.....	164
<b>Turdiyev A.Q.</b> Bug'doy maysasi quyonlarni oziqlantirishda eng ma'qul oziqa.....	168
<b>Yoziyev L.H., Kattaboyeva G.S., Rabbimova Z.Sh.</b> O'zbekistonda allergen anemofil taksonlar hamda aeropalinologiya bo'yicha tadqiqotlar va dunyo tajribasi.....	171
<b>Xakimova S.X., Samatova Sh.A.</b> <i>LAURUS NOBILIS L.</i> ning farmakologik faolligi tahlili va denov shahrida yetishtirish istiqbollari.....	176
<b>Sharipova S.Sh.</b> Results of studying the physical development of students.....	181
<b>Jangabayeva R. K., Raxmatullayev Y. Sh.</b> Qoraqalpog'iston respublikasi sharoitida talabalarning amaldagi ovqatlanishi va ularning jismoniy rivojlanishi.....	185
<b>Temirova N.A., Raxmatullayev Y.Sh.</b> Yuqori sinf o'quvchilarining morfofunktsional ko'rsatkichlarining o'ziga xosligi.....	188

## EKOLOGIK MUAMMOLAR VA YECHIMLAR

<b>Maxammadiyeva M.A.</b> Nobilogik yo'nalishlarda ekologiya fanini o'qitishning muhimligi.....	192
---	-----

## BRANS-DIKKE NAZARIYASIDAGI ZARYADLANGAN YUMRONQOZIQ INLARI YECHIMI

**Ibadov Rustam Mustafqulovich**

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

f-m.f.d. professor

[ibrustam@mail.ru](mailto:ibrustam@mail.ru)

**Shaymanova Feruza Yusupovna**

Samarqand davlat universiteti Tayanch doktoranti

[yusupovnafiruz89@gmail.com](mailto:yusupovnafiruz89@gmail.com)

ORCID 0009-0000-0112-2526

UDK 530.14: 530.12.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Brans-Dicke nazariyasining ko'p o'rganilmagan yechimlaridan biriga e'tiborni qaratamiz. Xususan,  $\omega = 0$  bo'lgan, zaryadga ega Yumronqoziq

inlari (Wormhole) yechimi qiziq, chunki uning barqarorligi muhim tahlilni talab qiladi. Bunda Jordan fazosidagi  $M_J$  yechim Eynshteyn fazosidagi  $M_E$  yechimdan konformal davom ettirish

orqali olinadi. Aynan konformal o'tish orqali Eynshteyn fazosidagi singulyarlik muntazam fazoviy sohalarga o'tadi, bu esa Yumronqoziq inlarining mavjud bo'lish shartini yaratadi. Tadqiqotda  $\omega = 0$  holatida yechimlarning vaqt va fazoviy komponentlari tahlil qilinib, ular orasida

torayishlar (bo'yin) aniqlanadi, so'ngra vaqt oqimining ikki cheksiz fazo o'rtasidagi farqi ko'rsatiladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, elektr zaryadining mavjud bo'lishi yechimlarning barqaror bo'lishida muhim omil bo'lishi mumkin. Ushbu tadqiqot skalyar-tenzor nazariyalari sinfida zaryadlangan, statik, sferik-simmetrik yechimlarning fizik va geometrik tahlilini beradi.

**Kalit so'zlar:** Yumronqoziq inlari, konformal o'zgarish, Jordan ramkasi, Eynshteyn ramkasi, fazo-vaqt.

### CHARGED WORMHOLE SOLUTIONS IN BRANS-DICKE THEORY

**Abstract.** In this paper, we focus on a relatively unexplored solution within Brans–Dicke theory. Specifically, we consider a charged wormhole configuration corresponding to the case  $\omega = 0$ , which is of particular interest due to the necessity of a dedicated stability analysis. In this

context, the solution in the Jordan frame, denoted  $M_J$ , is obtained from its counterpart in the

Einstein frame,  $M_E$ , through the process of conformal continuation. It is precisely through

conformal transformation that the singularities present in the Einstein frame are mapped into regular spatial domains, thereby creating the necessary condition for the existence of wormhole configurations. In this study, for the specific case of  $\omega = 0$ , the temporal and spatial components

of the solutions are analyzed, with particular attention given to the throat region, where spatial contraction occurs, and to the asymmetry in time flow between the two asymptotically distinct regions. The results indicate that the presence of electric charge may play a crucial role in ensuring the stability of such configurations. This research provides a physical and geometrical analysis of charged, static, spherically symmetric solutions within the class of scalar-tensor theories.

**Keywords:** Wormholes, conformal transformation, Jordan frame, Einstein frame, spacetime

**Kirish.** Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasi (UNN) zamonaviy fizikaning eng muvaffaqiyatli va tasdiqlangan nazariyalaridan biri bo'lib qolmoqda, bunda tortishish o'zaro ta'sirini va koinotning keng ko'lamli tuzilishini tavsiflash uchun ma'lum darajada

asos bo'la oladi. Biroq bu muvaffaqiyatlarga qaramay, UNN koinotning tezlashtirilgan kengayishini, shuningdek, qorong'i energiya va qorong'i materiyaning tabiatini tushuntirishda qiyinchiliklarga duch kelinmoqda. Ushbu muammolarni hal qilish uchun qo'shimcha maydonlarni kiritish yoki fazo-vaqt geometriyasini o'zgartirish orqali UNNni kengaytiradigan o'zgartirilgan tortishish nazariyalari ishlab chiqilgan (qarang, masalan, [1-4]). Bular orasida skalyar-tenzor nazariyasi yorqin misol sifatida ajralib turadi, u metrik bilan o'zaro ta'sir qiluvchi skalyar maydonni o'z ichiga oladi va shu bilan qo'shimcha erkinlik darajalarini kiritadi.

Skalyar-tenzor gravitatsiya nazariyalari (STN) tarkibiga kiruvchi Brans-Dikke nazariyasi [5] umumiy nisbiylik nazariyasining birinchi kengaytirilgan modellarigan hisoblanadi. Brans-Dikke nazariyasida zaryadlangan Yumronqoziq inlari yechimlari mavjud bo'lishi mumkin, lekin ular ko'pincha yumronqoziq inlari tuzilishini saqlab turish va energiya sharoitlarini qondirish uchun ekzotik moddalar yoki trivial bo'lmagan skalyar maydon mavjudligini talab qiladi. Ushbu yechimlarni vakuum va vakuum bo'lmagan ssenariylarda topish mumkin, skalyar maydon yumronqoziq inlari geometriyasini shakllantirishda hal qiluvchi va ekzotik moddalar manbai sifatida rol o'ynaydi. Brans-Dik nazariyasida zaryadlangan Yumronqoziq inlari yechimlari mavjud bo'lsa-da, ular ko'pincha Yumronqoziq inlarining tuzilishini saqlab qolish va energiya sharoitlarini qondirish uchun ekzotik moddalar yoki trivial bolmagan skalyar maydonni o'z ichiga oladi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Brans-Dik nazariyada gravitatsiya nafaqat skalyar maydon, balki metrik tenzor bilan ham ifodalanadi. Brans-Dikke molelida

$$S_{BD} = \frac{1}{16\pi} \int d^4x \sqrt{-g} \left[ \phi R - \frac{\omega}{\phi} g^{\mu\nu} \nabla_\mu \phi \nabla_\nu \phi - V(\phi) \right] + \int d^4x \sqrt{-g} L^{(m)} \quad (1)$$

$\omega$ - Brans-Dikke o'zgarmas konstantasi.  $\phi$  esa  $\omega$  kattaligini o'zgarmas etib qoldiruvch skalyar maydon.

Bu bo'limda biz Brans-Dikke nazariyasidagi yechimlarni Jordan ramkasida konformal davom ettirish orqali o'rganamiz. Ta'sir integralini quyidagicha yozamiz [5]:

$$dS_E^2 = \frac{dt^2}{q^2 s^2(h, u + u_1)} - \frac{q^2 s^2(h, u + u_1)}{s^2(k, u)} \left[ \frac{du^2}{s^2(k, u)} + d\Omega^2 \right], \quad (2)$$

bunda  $q^2$ -elektr zaryadi,  $h$  va  $u_1$ -integrallashda hosil bo'lgan konstantalar bo'lib,

$s^2(h, u + u_1) = \frac{1}{h} \sinh(h(h + u_1))$ ,  $s(k, u) = \frac{1}{k} \sinh(ku)$  va bu kengaytirilgan

Penney yechimining maxsus holatidir. Ushbu yechim skalyar va elektromagnit maydonlarni o'z ichiga oladi.

Brans-Dikke nazariyasining asosiy parametri bo'lgan  $\omega$  ning turli qiymatlaridagi yechimlari o'rganilgan. Ammo  $\omega = 0$  bo'lgan holat kam o'rganilgan. Brans-Dikke statik, sferik-simmetrik va zaryadlangan Yumronqoziq inlari yechimlarining barqarorlik xossalarini o'rganishda ushbu ish K.Bronnikov va hammualliflikda taqdim etilgan

yechimlar sinflariga asoslangan yondashuvga tayanadi [3]. U yerda Bergmann–Wagoner–Nordtvedt sinfiga mansub skalyar-tenzor gravitatsiya nazariyalari doirasida Fisher tipidagi yechimlarning [4] umumlashtirilgan shakli barqarorlikka tahlil qilingan. Ular  $\omega$

qiymatining ixtiyoriy holatlari uchun olingan [1+], [2+], [3+] tarmoqlarga oid yechimlarni tahlil qilib, STNning turli modellaridagi konformal o'tishlar qanday qilib Eynshteyn ramkasidagi singulyar yechimlarni Jordan ramkasidagi geometrik jihatdan ancha murakkab fazolarga aylantirishini ko'rsatishadi. Ushbu ishda Skalyar tenzor nazariyasining kanonik sektori ( $\varepsilon = \pm 1$ ) ga tegishli bo'lgan statik va sferik simmetrik

yechimlar tahlil qilinadi. Xususan, Eynshteyn fazosi  $M_E$  dagi [1+] tarmoqqa oid Brans-

Dikke gravitatsiya nazariyasi yechimlarining barqarorligi masalalari ko'rib chiqiladi. E'tiborlisi shuki, ushbu yechimlar orasida konformal davom ettirish mumkin bo'lgan holatlar mavjud bo'lib, ular orqali singulyar bo'lgan  $M_E$  fazosi muntazam bo'lgan

$M_J$  fazosiga o'tkazilishi mumkin. Bunda  $\omega = 0$ ,  $a = \xi = 1/2$  holatida yechim

$M_J$  Jordan fazosida Shvartshild ko'rinishiga ega bo'lib qoladi. Bu yechim Yumronqoziq

ini bilan tavsiflanadi va  $y \in R$  oraliqda aniqlangan bo'ladi.

Albatta, bu faqat zaruriy shart bo'lib, singulyarlikni bartaraf etish uchun konformal ko'paytuvchi aynan teskari xususiyatini namoyon qilishi zarur. Qiziqarli holatlardan biri – bu maxsus holat:  $a = \xi = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega = 0$ , ya'ni  $x = 2k$  sfera muntazam (ya'ni, singulyar

emas) bo'lgan yagona holatdir. Bu holda Jordan fazosidagi metrika  $M_J$  mashhur fazoviy

Shvartshild shaklini oladi. Brans-Dikke nazariyasida Eynshteyn va Jordan fazolari orasidagi bog'lanish (7) ifoda orqali ifodalanadi. Unda  $\omega$  Brans-Dikke parametri,

$\psi = Cu$  skalyar maydonni ifodalaydi. Tekshirilayotgan  $\omega = 0$  holat uchun (ya'ni

$a = \xi = \frac{1}{2}$ ) ushbu ifoda aniqlangan bo'lib, quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi = \frac{y}{\sqrt{y^2 + 2k}} \text{ yoki } \varphi = y \quad (3)$$

Yechimni Jordan fazosiga o'tkazish uchun (7) ifodadan foydalanamiz va koordinata almashtirishini kiritamiz  $x = 2k + y^2$  yoki ekvivalent ravishda

$= \sqrt{x - 2k}$ . Konformal o'tish orqali Jordan fazosidagi metrika quyidagicha bo'ladi:

$$ds_J^2 = dt^2 - \frac{dx^2}{\left(1 - \frac{2k}{x}\right)} - x^2 d\Omega^2, \quad (4)$$

$x = 2k + y^2$  orqali metrika quyidagicha o'zgaradi:

$$\frac{dx^2}{1-\frac{2k}{x}} = \frac{4y^2 dy^2}{1-\frac{2k}{2k+y^2}} = 4(2k+y^2)dy^2, \quad x^2 = (2k+y^2)^2. \quad (5)$$

Natijada Jordan fazosidagi metrika quyidagicha bo'ladi:

$$ds_f^2 = dt^2 - \frac{dx^2}{\left(1-\frac{2k}{x}\right)} - x^2 d\Omega^2 = dt^2 - 4(2k+y^2)dy^2 - (2k+y^2)^2 d\Omega^2, \quad (6)$$

bu yerda  $y^2 = x - 2k$ . Bu Yumronqoziq ini (wormhole) metrikasi bo'lib, u  $y \in R$  oraliqda aniqlangan. Dastlabki  $x > 2k$  oraliq (unda  $M_E$  ko'pburchagi aniqlangan)  $y > 0$  yoki  $y < 0$  holatlariga to'g'ri keladi. Jordan fazosidagi ko'pburchak  $M_J$  esa  $y > 0$  va  $y < 0$  bo'lgan ikki sohani o'z ichiga oladi, ularning har biri (??) formulaga binoan  $M_E$  fazosiga tasvirlanadi, va ular orasida muntazam sfera  $y = 0$  (ya'ni, "bo'g'iz") joylashgan.[6-10].

Demak, ushbu yechimlar oilasida yagona Yumronqoziq inlari yechimi konformal davom ettirish hodisasi tufayli  $\omega = 0$  holatida mavjud bo'ladi. Brans-Dikke nazariyasida

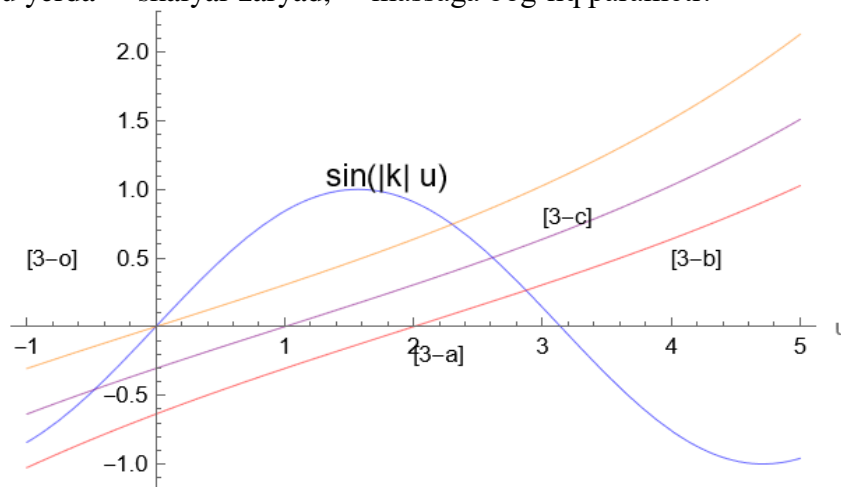
konformal o'tish orqali Eynshteyn fazosidan Jordan fazosiga o'tilganda metrikaning konformal ko'paytuvchisi sifatida  $\phi$  paydo bo'ladi. Ya'ni konformal o'zgarish

qiyudagicha bo'ladi,  $g_{\mu\nu}^J = \frac{1}{\phi} g_{\mu\nu}^E$  yoki  $f(\phi) = \phi = \Phi$ . Demak,  $\Phi = 0$  holati

konformal o'tishda o'tish sferasini bildiradi. Bunday nuqtada Eynshteyn ramkasidagi yechimda mavjud bo'lgan singulyarlik Jordan ramkasida muntazam sferaga aylanadi.  $\Phi \sim \frac{1}{G_{eff}}$  bo'lgani uchun,  $\Phi = 0$  bo'lgan nuqtada gravitatsion doimiyning cheksizga

ketishi yoki yo'qligi yuz beradi. Aynan bu nuqtada konformal davom ettirish amalga oshiriladi va fazo boshqa bir sohaga o'tadi – ya'ni, bu yumronqoziq inining bo'g'iz qismini ifodalaydi.

O'tish sferasi  $\Phi = 0$  ga to'g'ri keladi, butun  $y$  oraliqda esa  $\Phi = y/\sqrt{y^2 + 2k}$  bo'ladi. Bu yechimlar sinfiga konformal davom ettirish aynan [1+] tarmoqqa mansub va maxsus  $k = 2h$  holida yuz beradi, bu esa  $C^2 = 3h^2 = 3(m^2 - q^2)$  bo'lishini anglatadi. Bu yerda  $C$ -skalyar zaryad,  $h$ -massaga bog'liq parametr.



1-rasm. Grafikda Penney yechimlarining skalyar maydon mavjud bo'lgan holatida, ya'ni  $\varepsilon = +1$

bo'lgan holatidagi yechimlarning turli toifalarini ifodalaydi.

**Natijalar va muhokama.** Brans-Dicke nazariyasidagi

$$\phi = e^{\sqrt{2}(\psi - \psi_0)/\omega}, \quad ds_J^2 = e^{-\sqrt{2}(\psi - \psi_0)/\omega} ds_E^2, \quad \psi_0 = \text{const} \quad (7)$$

Ushbu yechimning maxsus holatini ko'rib chiqamiz: bu yerda  $k = 2h > 0$ ,  $c_1 > 1$  (ya'ni [1+] shoxchasi). Ushbu holatda Eynshteyn metrikasidagi  $g_{00} = e^{2\gamma}$  va  $-g_{22} = r^2$  kabi metrika koeffitsiyentlari  $u \rightarrow \infty$  limitida bir xil tarzda harakat qiladi, ikkalasi ham  $\sim e^{-2hu}$  ko'rinishida so'nadi. So'ngra quyidagi ifodani olamiz:

$$ds_J^2 = \frac{4h^2 dt^2}{[m+h-y(m-h)]^2} - \frac{4[m+h-y(m-h)]^2}{[m+h-y(m-h)]^2(1-y^2)^2} \left[ \frac{4dy^2}{(1-y^2)^2} + d\Omega^2 \right], \quad (8)$$

bu yerda  $y \in (-1, 1)$  va  $m = \sqrt{h^2 + q^2}$  – bu Eynshteyn ramkasidagi Shvartshild massasiga teng. Jordan ramkasida esa Shvartshild massasi  $m_J = \sqrt{h^2 + q^2} - h = m - h$  ko'rinishda bo'ladi. Haqiqiy fazoviy cheksizlik  $y = 1$  da to'g'ri keladi,  $y = -1$  da esa boshqa bir fazoga to'g'ri keladi. Demak  $M_J$  ramkasidagi hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, bu ikki fazoni bo'g'lovchi Yumronqoziq inlaridir (Wormhole). Yumronqoziq inlarining ikkala uchida vaqt oqimi turlicha o'tadi.

$$g_{00}^J|_{y=1} = 1, \quad g_{00}^J|_{y=-1} = \frac{h^2}{m^2} \quad (9)$$

Yumronqoziq inining tor bo'yni  $r_J$  ning minimum qiymatiga mos keladi, u esa  $\frac{dr_J}{dy} = 0$  tenglama bajarilganda yuz beradi. Bu shartdan quyidagini topamiz.

$$y = \frac{\sqrt{m} - \sqrt{h}}{\sqrt{m} + \sqrt{h}} > 0, \quad (10)$$

va tor bo'yinning radiusi quyidagicha ifodalanadi:

$$r_{\text{bo'lyin}} = \min r_J(u) = [\sqrt{m} + \sqrt{h}]^2, \quad (11)$$

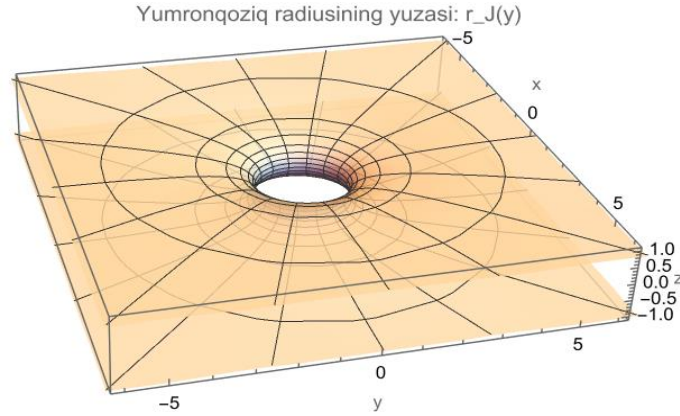
shunday qilib,  $q \neq 0$  bo'lganda biz tor bo'yinga ega bo'lgan Yumronqoziq ini yechimini hosil qilamiz.  $q = 0$  holida esa (5) metrikaning simmetrik shakli hosil bo'ladi va oddiy ifodaga ega bo'ladi, agar yangi koordinata sifatida sferik radius  $r_J = \frac{4h}{1-y^2}$  tanlansa,

$$ds_J^2 = |_{q=0} dt^2 - \frac{16h^2}{(1-y^2)^2} \left( \frac{4dy^2}{(1-y^2)^2} + d\Omega^2 \right) = dt^2 - \frac{dr_J^2}{1-\frac{4h}{r_J}} - r_J^2 d\Omega^2 \quad (12)$$

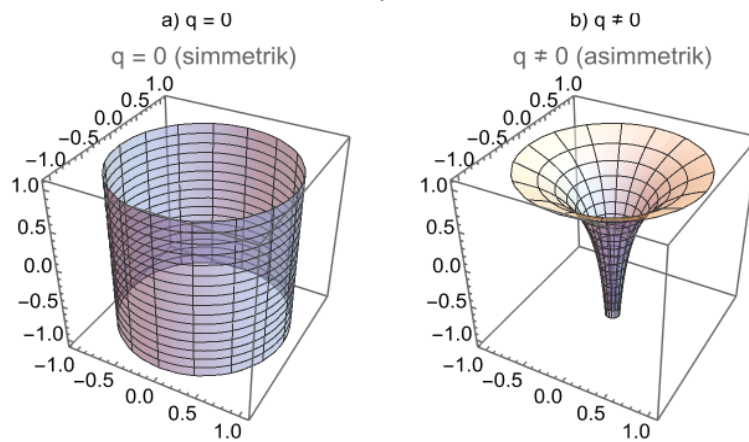
tor bo'yin  $y = 0$  nuqtada joylashgan bo'lib,  $r_J = 4h$  qiymatiga mos keladi. Ushbu metrika ba'zida "Shvartshild Yumronqoziq ini" deyiladi, chunki uning fazoviy qismi Shvartshild metrikasining fazoviy qismiga to'g'ri keladi. Bunday Yumronqoziq ini Shvartshild massasi nolga teng bo'lgan holatni ifodalaydi.

$q \neq 0$  bo'lganda, bunday koordinatani kiritishga bo'lgan urinish noqulay ifodalarga olib keladi, shuning uchun  $y$  orqali ifodalash eng maqbul yechim bo'lib ko'rinadi.

Ushbu yechimda Brans-Dikke skalyar maydoni oddiy ko'rinishda bo'lib,  $\phi = e^{2\psi/\sqrt{3}} = y$ , ya'ni u muntazam sfera  $y = 0$  orqali o'tilganda ishorasini o'zgartiradi. Konformal o'tishning boshqa holatlarida bo'lgani kabi, gravitatsiyaning effektiv doimiysi  $y = 0$  o'tish yuzasidan o'tgach manfiy qiymatga ega bo'ladi.



2-rasm. Brans-Dikke gravitatsiya nazariyasida  $\omega = 0$  bo'lgan holat uchun Jordan ramkasidagi Yumronqoziq ini yechimining radius yuzasi tasvirlangan. Radius  $r_J = 4h/(1 - y^2)$  ifoda bo'yicha bo'lib,  $y \in (-1, 1)$  oraliqda Yumronqoziq ini tuzilishini ifodalaydi.  $y = 0$  da radius torayadi va bo'yin deyiladi.



3-rasm. Bu grafiklarda Yumronqoziq ini yechimlarida ikki fazo chegarasida vaqt oqimining farqlari tasvirlangan. Brans-Dikke gravitatsiya nazariyasida Yumronqoziq ini yechimlarida vaqt komponenti  $g_{00}^J(y)$  sirt ko'rinishi. a)  $q = 0$  da yechim simmetrik va har ikkala fazoda ham vaqt oqimi bir xil

$g_{00}^J|_{y=1} = 1$ . b)  $q \neq 0$  da yechim asimmetrik va  $y = -1$  da vaqt sekinlashadi  $g_{00}^J|_{y=1} = \frac{h^2}{h^2 + q^2}$

**Xulosa va takliflar.** Ushbu ishda Skalyar-tenzor nazariyasi tarkibiga kiruvchi Brans-Dikke gravitatsiya nazariyasining asosiy parametri  $\omega = 0$  holatidagi yechimlari, konformal davom ettirish orqali Jordan fazosida hosil bo'ladigan zaryadlangan yumronqoziq hamda ining tuzilmalari tahlil qilindi. Eynshteyn fazosida mavjud bo'lgan singulyar yechim konformal davom ettirish orqali Jordan fazosiga o'tadi.

Zaryadsiz holatda ( $q = 0$ ) hosil bo'ladigan yechimlar fazoviy jihatdan simmetrik bo'lib, ularning metrikasi Shvartshild matrikasiga o'xshash bo'ladi. Ammo zaryad mavjud bo'lganda esa ( $q \neq 0$ ) har ikkala fazoda vaqt komponenti turlicha ekanligini ko'rsatadi (ya'ni,  $y = 1$ , va  $y = -1$  nuqtalarda). [8]

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki,  $\omega = 0$  bo'lgan holatidagi brans-Dikke yechimi konformal davom ettirish orqali Yumronqoziq inlariga olib kelishi mumkin.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. S. Capozziello and M. De Laurentis, Extended Theories of Gravity, Phys. Rept. 509, 167 (2011).
2. T. Clifton, P. G. Ferreira, A. Padilla, and C. Skordis, Modified Gravity and Cosmology, Phys. Rept. 513, 1 (2012).
3. S. Nojiri, S. D. Odintsov, and V. K. Oikonomou, Modified Gravity Theories on a Nutshell: Inflation, Bounce and Late-time Evolution, Phys. Rept. 692, 1 (2017).

4. Salih Kibaroglu and Mustafa Senay, Generalized Brans-Dicke theory from Verlinde's entropic gravity, Nucl. Phys. B 1017 (2025) 116974.
5. C. Brans and R. H. Dicke, Mach's principle and a relativistic theory of gravitation, Phys. Rev. 124, 925 (1961).
6. K.A. Bronnikov, Scalar vacuum structure in general relativity and alternative theories. Conformal continuations, Acta Phys. Pol. B 32, 3571 (2001); gr-qc/0110125.
7. K. A. Bronnikov, Scalar-tensor gravity and conformal continuations, J. Math. Phys. 43, 6096 (2002);gr-qc/0204001.
8. Kirill A. Bronnikov, Sergei V. Bolokhov, Milena V. Skvortsova, Rustam Ibadov, Feruza Y. Shaymanova, "On the stability of electrovacuum space-times in scalar-tensor gravity" Eur. Phys. J. C 8 October 2024
9. K. A. Bronnikov, Grav. Cosmol. 2, 221 (1996) (arXiv: gr-qc/9703020).
10. R.A. Konoplya and A. Zhidenko, Quasinormal modes of black holes: from astrophysics to string theory, Rev. Mod. Phys. 83, 793-836 (2011).

### **QURUQ ISHQALANISH MODELIDA IKKI JISMNING SIRPANISHDAGI VA YOPISHGANDAGI (STICK-SLIP) HARAKATLARIGA INERSIYA KUCHINING TA'SIRI**

**Mirzayev Ibraxim**

Toshkent davlat transport universiteti, professor

[ibrakhim.mir@mail.ru](mailto:ibrakhim.mir@mail.ru)

ORCID 0000-0002-8616-9717

**Turdiyev Malikjon Sayfiddin o'g'li**

Toshkent davlat transport universiteti, dotsent v.b.

[malikjon\\_ts@mail.ru](mailto:malikjon_ts@mail.ru)

ORCID 0000-0002-2499-0243

**Shomurodov Jahongir Farxodovich**

Renessans ta'lim universiteti, v.b. dotsent

[jahongir\\_shf@mail.ru](mailto:jahongir_shf@mail.ru)

ORCID 0000-0002-8498-8858

UDK 539.3, 519.633

**Annotatsiya.** Quruq ishqalanish modeli yordamida tribologiya masalalarini yechishda ko'pincha ishqalanish kuchining ta'sir yo'nalishini aniqlash uchun SIGNUM funksiyasidan foydalaniladi. Ushbu maqolada to'rtta masalani yechish natijalariga asoslanib, SIGNUM funksiyasidan qo'shimcha shartlarsiz foydalanish har doim ham ishonchli natijalar bermasligi ko'rsatilgan. Quruq ishqalanishli ikki jismning erkin tebranishlari bo'yicha laboratoriya tajribasi natijalari mualliflar algoritmi bo'yicha tegishli masalaning yechimi bilan, shuningdek, masalaning bevosita SIGNUM funksiyasidan foydalangan holda mantiqiy algoritm bo'yicha yechimi bilan taqqoslangan. Mualliflarning algoritmlari va SIGNUM funksiyasidan bevosita foydalangan holda olingan uchta masalaning yechimlari taqqoslangan. Tezlanishni hisoblashdagi xatoliklar inersiya kuchining noto'g'ri qiymatlariga olib kelishi ko'rsatilgan, bu esa sirpanish jarayoniga ta'sir qiladi. Olingan natijalar bo'yicha grafiklar chizilgan va solishtirish orqali xulosalar berilgan.

**Kalit so'zlar:** SIGNUM, stik-slip, mantiqiy algoritm, chastota, inersiya kuchi, Runge-Kutta usuli.

### **INFLUENCE OF INERTIAL FORCE ON THE MOTION OF TWO BODIES DURING SLIDING AND CLOSING (STICK-SLIP) IN THE DRY FRICTION MODEL**

**Abstract.** When solving tribology problems using the dry friction model, the SIGNUM function is often used to determine the direction of action of the friction force. In this article, on the bases of the results of solving four problems, it is shown that using the SIGNUM function without additional conditions does not always give reliable results. The results of a laboratory experiment on free vibrations of two bodies with dry friction are compared with the solution of the corresponding problem by the authors' algorithm, as well as the solution of the problem by an algorithm using the SIGNUM function directly. The solutions of three problems obtained by the

authors' algorithms and with the direct use of the SIGNUM function are compared. It is shown that errors in calculating acceleration lead to incorrect values of the inertia force, which affects the stick-slip process. Based on the obtained results, graphs were drawn and conclusions were made by comparison.

**Keywords:** SIGNUM, stick-slip, logical algorithm, frequency, inertia force, Runge-Kutta method.

**Kirish.** Quruq ishqalanish modeli yordamida tribologiya masalalarini yechishda ko'pincha ishqalanish kuchining ta'sir yo'nalishini aniqlash uchun SIGNUM funksiyasidan foydalaniladi [1-8].

[4, 5] ishda qo'zg'atuvchi tashqi kuchlar chastotalarining stik-slip rejimli bir massali sistemaning tebranish jarayoniga ta'siri tadqiq qilingan.

[6] maqolada uzlukli dinamik tizimlarda oqimning o'zgaruvchanligi nazariyasidan foydalangan holda ishqalanish va davriy majburiy qo'zg'atish bilan ikkita erkinlik darajasiga ega bo'lgan ossillyator zarba ta'sirida o'rganilgan. Ikki massa orasidagi ishqalanish va urilish natijasida hosil bo'lgan uzilishlar asosida fazalar turli chegaralar va sohalarga bo'linadi.

Qo'zg'almas tayanchli elastik bo'g'inga ega bo'lgan jismning berilgan qonuniyat bo'yicha harakatlanayotgan boshqa jismning ishqalanish kuchi ta'sirida va tashqi vertikal yuk ostida tebranishini o'rganish uchun quruq ishqalanish modelidan foydalanilgan [7].

Quruq ishqalanishli dinamik tizimlarning tartibsiz xatti-harakatlariga misollar ko'rib chiqilgan [8]. Friksion kontaktlarning o'lchami, assotsiativligi va uzilish imkoniyati bo'yicha tasnifi taklif etilgan, tipik xususiyatlarni ko'rsatadigan asosiy modellar shakllantirilgan. Xususan, bifurkatsiya shartlari olingan va ishqalanishli sistemalar uchun monodromiya matritsasi uchun formulalar qurilgan.

Majburlovchi kuch mavjud bo'lgan sharoitda quruq ishqalanishli masalalarning yechimlarini o'rganish ayrim hollarda qoniqarli natijalar beradi. Bunday masalalarning grafiklaridan kichik amplitudali tezlik tebranishlarini kuzatish mumkin [6]. Ishqalanuvchi jismlarning erkin tebranishlarida ularning inersiya kuchining ta'siri yaqqol seziladi [9]. Mualliflar quruq ishqalanish masalalarini yechish uchun mantiqiy algoritmdan qo'shimcha foydalanishni o'z ichiga olgan sonli modelni ishlab chiqishgan [9, 10].

Ushbu ishda mualliflar tomonidan taklif etilgan algoritmdan [9, 10] asosida to'rtta masala yechilgan va SIGNUM funksiyasidan bevosita foydalanish natijasida olingan yechimlar bilan solishtirilgan.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ko'pgina tadqiqotchilar quruq ishqalanish bilan bog'liq masalalarni yechishda SIGNUM funksiyasidan foydalanishadi. Biz quyida SIGNUM funksiyadan foydalanib olingan natijalarni yaratilgan mantiqiy algoritmdan yordamida olingan natijalar bilan solishtirish asosida SIGNUM funksiyadan foydalanish xatoliklarga olib kelishini ko'rsatamiz [9, 10]. Yaratilgan mantiqiy algoritmdan yordamida sirpanish va birgalikdagi harakatlarning boshlanish vaqtlarini aniqlash imkoniyati yaratilgan. Dastlab o'tkazilgan laboratoriya eksperimenti simulyatsiya modeli natijalarini SIGNUM funksiyadan foydalanib olingan natijalar bilan solishtiramiz.

Ikki massa birgalikda sirpanishsiz harakat qilsa, u holda harakat tenglamasi erkinlik darajasi birga teng bo'lgan sistemaning harakat tenglamasi bo'ladi

$$(m_1 + m_2) \cdot \ddot{u} + \mu \cdot \dot{u} + c \cdot u = 0 . \quad (1)$$

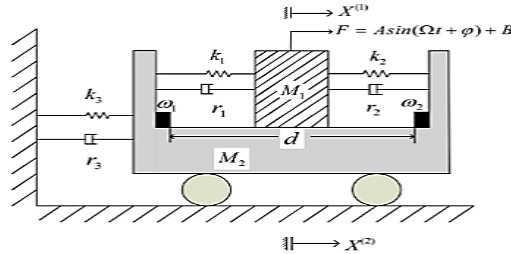
Agar massalar bir-biriga nisbatan sirpanadigan bo'lsa, unda har bir massa uchun har xil harakat tenglamasi mavjud bo'ladi

$$m_1 \cdot \ddot{u}_1 + \mu \cdot \dot{u}_1 + c \cdot u_1 = F_{fr}, \quad m_2 \cdot \ddot{u}_2 = (-F_{fr}), \quad F_{fr} = \text{sign}(\dot{u}_2 - \dot{u}_1) \cdot m_2 \cdot g \cdot f_d , \quad (2)$$

bu yerda  $m_1$ ,  $m_2$  - tebranish stolining massalariga (moslashuvchan vertikal plitalarning yarmi massasini hisobga olgan platformalar) va yuqori po'lat plitalarga mos keladi,  $c$  vertikal plitalarning umumiy qattiqligidir,  $\mu$  energiya yo'qotishlari tufayli tizim

tebranishlarining susayish koeffitsiyenti,  $u$ ,  $u_1$ ,  $\dot{u}$ ,  $\dot{u}_1$ ,  $\ddot{u}$ ,  $\ddot{u}_1$  - platformaning ko'chishi, tezligi va tezlashishi. Sirpanish paytida ishqalanish kuchining belgisi massa tezligining farqi bilan belgilanadi, biz belgilaymiz  $f = \text{sign}(\dot{u}_2 - \dot{u}_1) \cdot f_d \cdot g$ , bu yerda  $f_d$  massalar orasidagi quruq ishqalanishning dinamik koeffitsiyenti.

Ikkinchi masala [3] maqoladan olingan bo'lib, simulyatsiya modeli 1-rasmda ko'rsatilgan



1-rasm. Fizikaviy model

Sirpanishdagi harakatda  $M_i$  ( $i=1, 2$ ) massalar uchun harakat tenglamalarini [6] orqali olish mumkin.

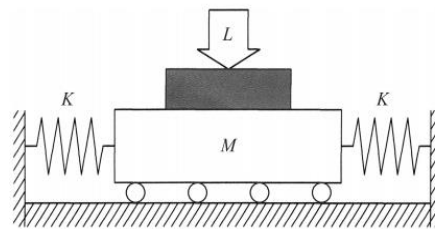
$$\begin{aligned} \ddot{X}^{(1)} + C^{(1)}\dot{X}^{(1)} + D^{(1)}X^{(1)} &= A^{(1)} \sin(\Omega t + \varphi) + B^{(1)} + C^{(1)}\dot{X}^{(2)} + D^{(1)}X^{(2)} - F_{\mu}^{(1)} \text{sgn}(\dot{X}^{(1)} - \dot{X}^{(2)}) \\ \ddot{X}^{(2)} + (C^{(2)} + H^{(2)})\dot{X}^{(2)} + (D^{(2)} + L^{(2)})X^{(2)} &= C^{(2)}\dot{X}^{(1)} + D^{(2)}X^{(1)} - F_{\mu}^{(2)} \text{sgn}(\dot{X}^{(2)} - \dot{X}^{(1)}) \end{aligned} \quad (3)$$

bu yerda  $A^{(1)} = \frac{A}{M_1}$ ,  $B^{(1)} = \frac{B}{M_1}$ ,  $C^{(i)} = \frac{r_1 + r_2}{M_i}$ ,  $D^{(i)} = \frac{k_1 + k_2}{M_i}$ ,  $H^{(2)} = \frac{r_3}{M_2}$ ,

$$L^{(2)} = \frac{k_3}{M_2}, F_{\mu} = \mu_k M_1 g, F_{\mu}^i = \frac{F_{\mu}}{M_i}.$$

$M_1$  va  $M_2$  massalar  $k_i$  ( $i=1, 2$ ) ikkita prujina va ikkita  $r_i$  ( $i=1, 2$ ) dempferlar vositasida bog'langan. Bu yerda  $A$ ,  $\Omega$ ,  $\varphi$  va  $B$  mos ravishda qo'zg'atish amplitudasi, chastotasi, faza burchagi va doimiysi  $\omega_1$  va  $\omega_2$  qattiq cheklovchilar orasidagi masofa  $d$  ga teng.

Uchinchi masala [7] maqoladan olingan bo'lib, uning simulyatsiya modeli 2-rasmda ko'rsatilgan.



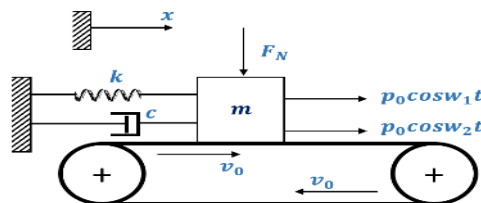
2-rasm. Tribologik sistemaning sxemasi

2-rasmdagi  $M$  massali jism harakatining differensial tenglamasi quyidagicha bo'ladi

$$M \ddot{x} + 2Kx - F = 0 \quad (4)$$

bu yerda  $M$  – jismning massasi;  $F$  – ishqalanish kuchi;  $K$  – bikrlilik koeffitsiyenti.

To'rtinchi masala [4, 5] maqoladan olingan bo'lib, uning simulyatsiya modeli 3-rasmda ko'rsatilgan.



3-rasm. Harakatlanuvchi asos va ikkita harakatlantiruvchi kuch tomonidan qo'zg'atilgan erkin ishqalanadigan ossillyatorning modeli

Tekshirilayotgan sistema 3-rasmda ko'rsatilgan, bu yerda  $m$  massali jism, bikrligi  $k$  ga va qovushqoqlik koeffitsiyenti  $c$  ga teng bo'lgan chiziqli prujina orqali qo'zg'almas tayanchga mahkamlangan. Ushbu ossillyator doimiy  $v_0$  tezlik bilan harakatlanadigan gorizontallenta yuzasida siljiydi yoki sirpanadi. Massaga bir xil  $p_0$  amplitudali hamda chastotalari har xil bo'lgan ikkita  $w_1$  va  $w_2$  garmonik harakatlantiruvchi kuchlar qo'yilgan. Bu kuchlar quyidagicha aniqlanadi.

$$F_e(t) = p_0 \cos w_1 t + p_0 \cos w_2 t$$

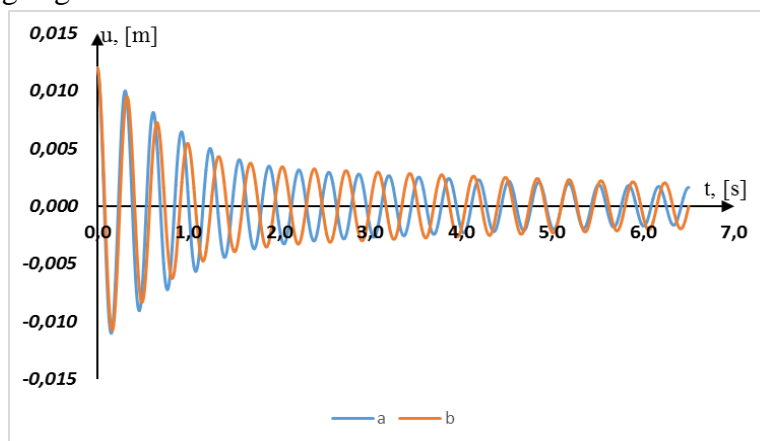
Lenta va jism orasidagi quruq ishqalanish Kulon qonuni ( $\mu_s$  statik koeffitsiyent va kichikroq kinetik koeffitsiyent  $\mu_k$  bilan tavsiflanadi) yoki boshqa ishqalanish qonunlariga bo'ysunishi mumkin. Bunday ishqalanishga ega ossillyator uchun harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi [7]:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = -F + F_e(t) \quad (5)$$

Barcha (1)-(5) differensial tenglamalar Runge-Kutta usuli bilan yechiladi. Natijalarni boshqa tadqiqotchilar tomonidan olingan natijalar bilan taqqoslash uchun uch holatda vaqt qadamlari mos ravishda turlicha olingan.

**Natijalar va muhokama.** Quyida biz yuqorida keltirilgan masalalarni SIGNUM funksiya va mantiqiy algoritm yordamida hisoblab olingan natijalarni solishtirib chiqamiz.

4-rasmda SIGNUM funksiyasidan to'g'ridan to'g'ri foydalanish bilan olingan yechimlar yaratilgan mantiqiy algoritm tomonidan olingan yechimlar bilan taqqoslash ko'rsatilgan. Bu yerda jismlarning nisbiy tezligi ishorasi funksiyasidan foydalangan holda olingan yechimning to'g'ri yechimga nisbatan siljigani ko'rsatilgan. Ikki jismning nisbiy tezlik ishorasi funksiyasidan bevosita foydalanilganda ularning harakat jarayonidagi yopishish holati noto'g'ri hisobga olinadi, aniqrog'i, umuman hisobga olinmaydi. Sirpanish paytida tizim ikki erkinlik darajasiga ega bo'ladi, yopishganda esa u bir erkinliklik darajasiga ega bo'ladi.



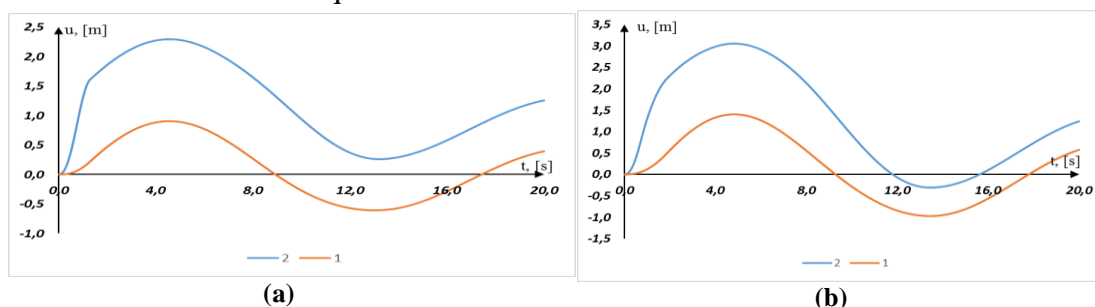
4-rasm. SIGNUM funksiyasi (a) yordamida olingan ko'chishni mantiqiy algoritm (b) yordamida olingan ko'chish bilan solishtirish grafiği

Ushbu ikkita algoritmlar bilan olingan tezliklar va tezlanishlarni taqqoslash ham yechimlarning nisbiy ko'chishini ko'rsatdi. Demak, inersiya kuchining o'zgarishi masalani yechish usuliga bog'liq, shuning uchun turli algoritmlar bilan olingan natijalar bir-biridan farq qiladi. Bunda jismlarning nisbiy tezlik ishorasi SIGNUM funksiyasidan foydalanib hisoblangan tezlanish kichik amplituda  $7 \cdot 10^{-4}$  s davr bilan yuqori chastotali o'zgarishga ega. Mantiqiy algoritm bilan olingan natijalar asosida qurilgan tezlanish grafiği yuqori chastotali tashkil etuvchiga ega emas.

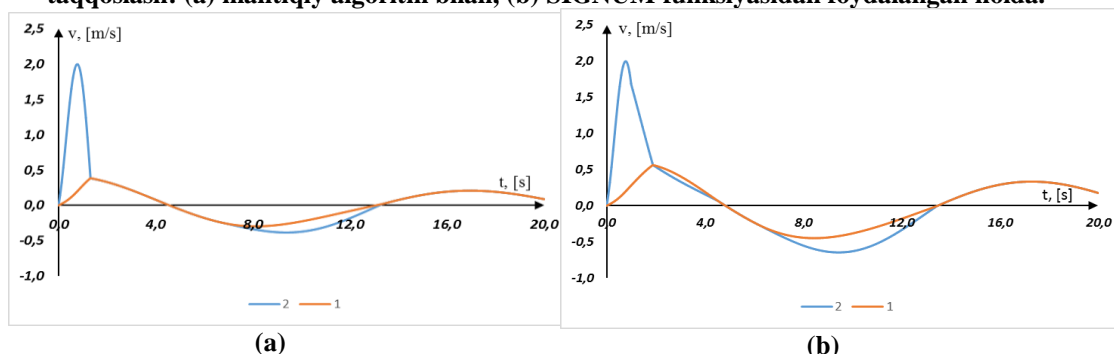
Endi simulyatsion sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan ikki erkinlik darajasiga ega

bo'lgan sistemani ko'rib chiqamiz. (3) tenglamalar sistemasi uchun yuqoridagi ikkita algoritm bo'yicha Runge-Kutta usuli yordamida sonli natijalarni quramiz. Quyida keltirilgan qiymatlar uchun hisoblar bajariladi:  $M_1=10$  kg,  $M_2=30$  kg,  $r_1=r_2=1$  Ns/m,  $r_3=3$  Ns/m,  $k_1=k_2=2$  N/m,  $k_3=6$  N/m,  $A=40$  N,  $\Omega=3.1$  rad/s,  $B=\pi$  N,  $\varphi=\pi/6$ ,  $d=3$  m,  $t=0.0001$  s,  $\mu_k=0.05$ .

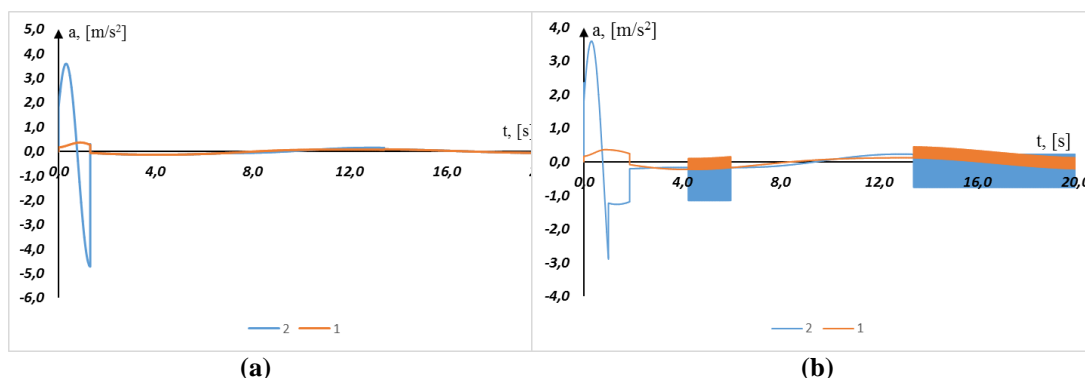
5-rasmda yuqoridagi ikkita algoritm bo'yicha hisoblash natijalari grafiklari keltirilgan. Natijalar (1) masaladagidan farq qiladi. Buni 6 va 7-rasmlardan ham ko'rish mumkin. Mantiqiy algoritmgga ko'ra, ikki jism 1.5 s - 7 s vaqt oralig'ida va 13 s dan keyin yopishadi (5a, 6a va 7a-rasmlar). Qolgan vaqt oralig'ida jismlar orasida sirpanish sodir bo'ladi. Ikkita jismning nisbiy tezlik ishorasi funksiyasidan foydalanilganda biroz boshqacha grafik hosil bo'ladi (5b, 6b va 7b-rasmlar). Turli algoritmlar bilan hisoblangan tezlanishlar orasida katta farq hosil bo'ladi.



5-rasm. Berilgan jismning pastki qismining (1) va yuqori qismining (2) ko'chishlarining grafiklarini taqqoslash: (a) mantiqiy algoritm bilan, (b) SIGNUM funksiyasidan foydalangan holda.



6-rasm. Berilgan jismning pastki qismining (1) va yuqori qismining (2) tezliklarining grafiklarini taqqoslash: (a) mantiqiy algoritm bilan, (b) SIGNUM funksiyasidan foydalangan holda.

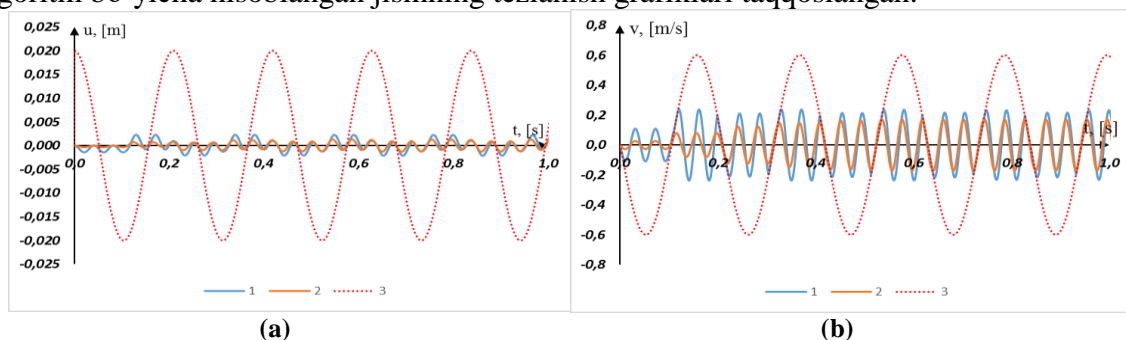


7-rasm. Berilgan jismning pastki qismining (1) va yuqori qismining (2) tezlanishlarining grafiklarini taqqoslash: (a) mantiqiy algoritm bilan, (b) SIGNUM funksiyasidan foydalangan holda.

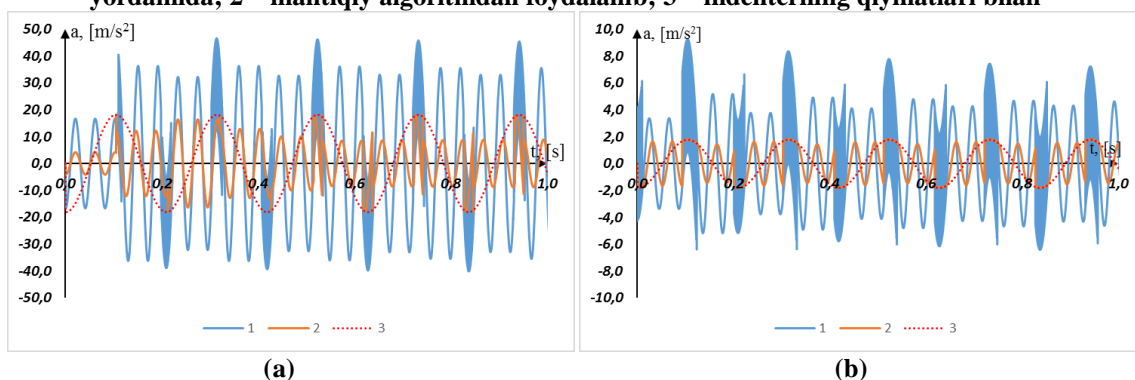
2-rasmdagi bitta massali sistemaning harakatini ko'rib chiqamiz. Quyida yuqoridagi ikkita algoritmlar bo'yicha olingan sonli natijalarni boshqa boshlang'ich ma'lumotlar bilan taqqoslash keltirilgan.

8 va 9a-rasmlarda  $A=0.02$  m da ikkita algoritm bo'yicha hisoblangan jismning

ko'chish, tezlik va tezlanish grafiklari taqqoslangan. Bu holatda ushbu rasmlarda olingan natijalarning katta farqi ko'rinadi. 9b-rasmda  $A=0.02$  m va  $L=5$  N bo'lganda ikkita algoritm bo'yicha hisoblangan jismning tezlanish grafiklari taqqoslangan.

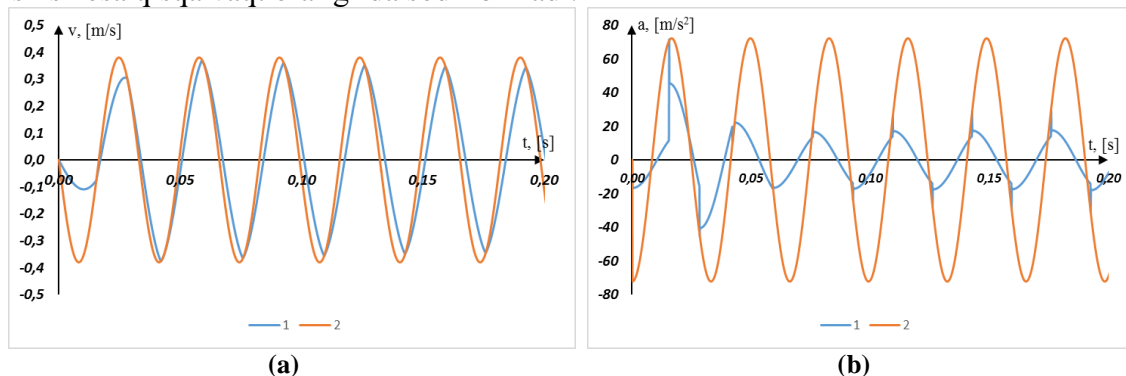


8-rasm.  $A=0.02$  m da ko'chishlar (a) va tezliklar (b) grafiklarini solishtirish: 1 – SIGNUM funksiyasi yordamida; 2 – mantiqiy algoritmdan foydalanib; 3 – indenterning qiymatlari bilan



9-rasm. Tezlanish grafiklarini solishtirish (a) -  $A=0.02$  m,  $L=20$  N va (b) -  $A=0.02$  m,  $L=5$  N da: 1 – SIGNUM funksiyasi yordamida; 2 – mantiqiy algoritmdan foydalanib; 3 - indenterning qiymatlari bilan

10-rasmda  $\omega=190$  rad/s chastotada jism va indenterning tezliklari va tezlanishlari grafiklari bir xil taqqoslangan. Bu chastotada asosan sirpanish jarayoni sodir bo'ladi, yopishish esa qisqa vaqt oralig'ida sodir bo'ladi.

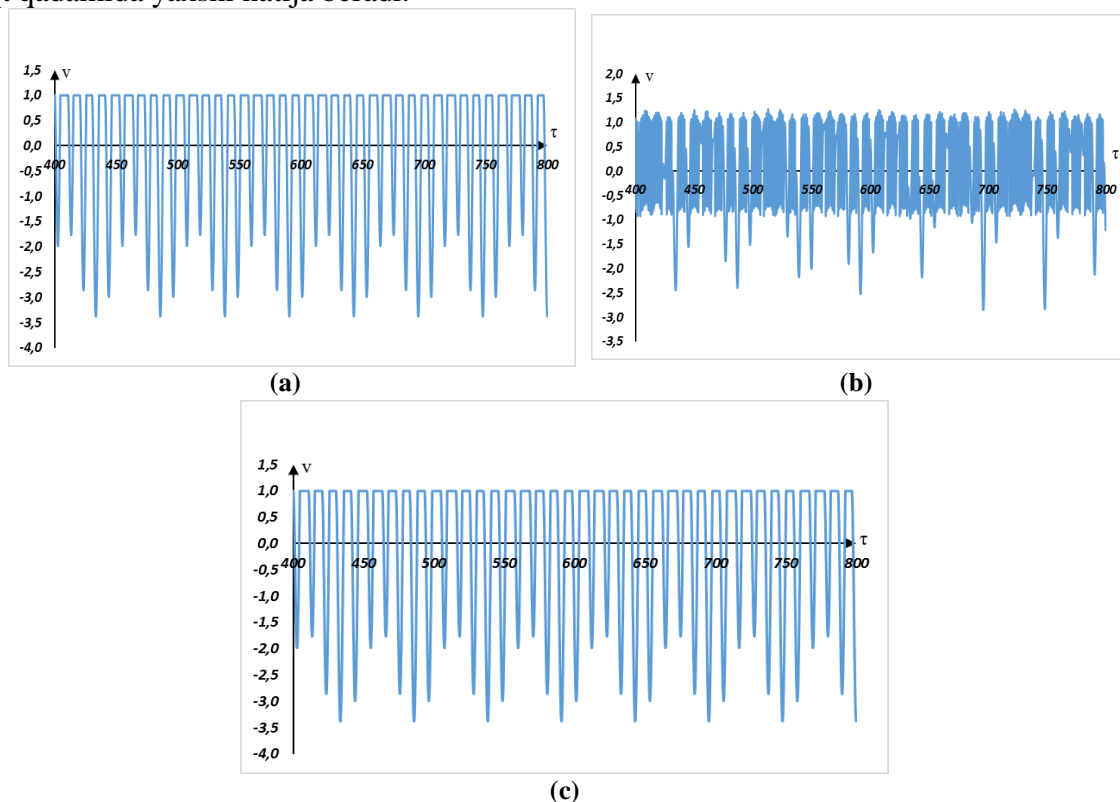


10-rasm.  $M=0.6$  kg,  $A=0.002$  m,  $L=20$  N,  $\omega=190$  rad/s qiymatlardagi tezlik (a) va tezlanish (b) grafiklarini taqqoslash: 1 – jismning tezligi va tezlanishi; 2 – indenterning tezligi va tezlanishi

Jismning xususiy tebranish chastotasi  $152.7$  rad/s ga teng. Shuning uchun bu chastota atrofida stasionar tebranish rejimiga erishilgandan so'ng harakat yopishish holatida sodir bo'ladi, ya'ni indenterning berilgan harakat chastotasi  $130$  rad/s  $< \omega < 175$  rad/s oralig'ida bo'ladi. Bunga sabab shuki, jism yetarlicha inersiya olishga ulgurmaydi, chunki sistemaning xususiy tebranish chastotalari va indenterning harakat chastotasi bir-biriga yaqin. Chastotaning  $\omega > 175$  rad/s qiymatlarida stik-slip rejimi amalga oshadi.

Nihoyat, [4] ishdagi muammoni o'lchovsiz dastlabki ma'lumotlar bilan hal qilishni ko'rib chiqamiz  $\lambda=0.5$ ;  $\eta=0.6$ ;  $V_v=1$ ;  $X_{fk}=2.5$ ;  $X_{fs}=4.0$ ;  $b_1=b_3=0$ . Bu ishda ham oldingi masalalardagi kabi ikkita turli algoritmlar yordamida olingan natijalarni taqqoslaymiz.

11-rasmda jism tezligining o'lchamsiz vaqtga bog'liq ravishda o'zgarishi ikkita algoritm bo'yicha hisoblangan. Mantiqiy algoritm bilan vaqt qadami  $\tau=0.04$  bo'lganda yaxshi natija beradi, SIGNUM funksiyasidan foydalanganda esa juda kichik o'lchamsiz vaqt qadamida yaxshi natija beradi.



11-rasm. Jismning vaqt bo'yicha tezligi: (a) – mantiqiy algoritm bilan  $\Delta\tau=0.04$  qadamda, (b) – SIGNUM funksiyasidan foydalanib  $\Delta\tau=0.04$  qadamda, (c) – SIGNUM funksiyasidan foydalanib  $\Delta\tau=0.0001$  qadamda,  $v=0.2$ ,  $u_0=3.05$  qiymatlarda

Ikkita turli algoritmlar yordamida olingan tezlanish grafiklari bir-biridan katta farq qiladi. Shunday qilib,  $\tau$  ning turli qiymatlari uchun mantiqiy algoritm yordamida hisoblangan maksimal o'lchamsiz tezlanish 2.5 ga teng, SIGNUM funksiyasidan foydalangan holda esa 48 ga teng. Shuningdek, SIGNUM funksiyasidan foydalanib o'tkazilgan hisoblashlar masala parametrlarining turli qiymatlarida xato natijalarga olib kelishi mumkin.

**Xulosa.** Agar ishqalanayotgan ikki jismning tezliklari o'zaro teng bo'lsa, bu ikki jism sirpanmasdan birga harakat qiladi, ishqalanish kuchi esa uning chegaraviy qiymatidan kichik bo'ladi. Bu holda ular bir jism ikkinchisiga nisbatan sirpana boshlamaguncha ularni bir jism deb qarash kerak. Biroq SIGNUM funksiyasidan to'g'ridan to'g'ri foydalanganda, ularning birgalikdagi harakati holatidan sirpanish boshlanishining paydo bo'lish mexanizmini qo'shimcha tahlil qilmasdan, sirpanishsiz masalalarning haqiqiy yechimini topish mumkin emas. Ko'pgina tadqiqotchilar quruq ishqalanish masalalarini yechishda bu masalani chetlab o'tadilar, chunki haqiqiy o'zgaruvchining qiymati nolga aniq teng bo'lgan taqdirdagina haqiqiy o'zgaruvchining identifikatoridan SIGNUM funksiyasi nolni qaytaradi. Ikki jism harakatlanayotganda ularning tezliklari farqi juda kam hollarda aniq nolga teng bo'lishi mumkin.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. J. Awrejcewics and L. Dzyubak, International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation 4, 155–160 (2003).
2. J. Voldrich, Applied and Computational Mechanics 3, 241–252 (2009).
3. P. Flores and H. M. Lankarani, *Solid Mechanics and Its Applications*, (Springer International Publishing Switzerland, 2016) 226, pp. 93–122.
4. P. N. Von Kluge, D. K. Germaine and K. T. Crépin, Modern Mechanical Engineering 5, 28–40 (2015).
5. P. N. Von Kluge, D. K. Germaine, and K. T. Crépin, SN Applied Sciences 1, 1140 (2019).
6. Ch. Li, J. Fan, Zh. Yang and Sh. Xue, Mechanism and Machine Theory 135, 81–108 (2019).
7. I.A. Lyashenko, Technical Physics 56, No. 5, 701–707 (2011).
8. A.P. Ivanov, Regular and Chaotic Dynamics 14, No. 6, 656–672 (2009).
9. I. Mirzaev, Kh. Sagdiev, A. Yuvmitov, M. Turdiev and B. Egamberdiev, Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering, 22, No. 3, 503-512 (2024).
10. I. Mirzaev and M. Turdiev, Lecture Notes in Civil Engineering 335, 53–67 (2024).

**KLASSIK YARIMO‘TKAZGICHLARNING ENERGETIK ZONALARIGA  
TASHQI OMILLARNING TA‘SIRI****U.I.Erkaboyev**

Namangan davlat texnika universiteti, professor

ORCID: 0000-0002-6841-8214

**N.A.Sayidov**

Namangan davlat texnika universiteti, dotsent

ORCID: 0000-0001-9382-8779

**N.I. Nabijonov**

Namangan davlat universiteti doktoranti

**S.I.G‘ayratov, A.A.No‘monjonov****R.O.Boltaboev, Sh.G.Qalandarova**

Namangan davlat texnika universiteti magistrantlari

[saydullo1120@gmail.com](mailto:saydullo1120@gmail.com)

ORCID 0009-0004-2699-7643

UDK 621.315.592;537.311.322

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada taqiqlangan zona kengligining haroratga bog‘liqligiga zaryadli zarralarning effektiv massasining ta‘siri tadqiq etildi. Feyn metodi fonon-elektron o‘zaro ta‘sirlarni chuqurroq tahlil qilish imkonini berib, Varshni formulasi bilan birgalikda qo‘llanilganda  $E_g(T)$  ni yanada aniq hisoblash imkonini yaratdi. Si yarimo‘tkazgich materialida olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, 250 K dan yuqori haroratlarda effektiv massasining ta‘siri yaqqol namoyon bo‘ladi. Taklif etilgan yangi model yuqori haroratdagi fizikaviy xususiyatlarni aniqroq tavsiflash imkonini berdi va yarimo‘tkazgichlar fizikasi sohasida dolzarb ilmiy muammo yechimini taklif etdi. Bundan tashqari, yarimo‘tkazgich materiallarida elektron va kovaklarning haroratga bog‘liq effektiv massasini hisobga olgan holda taqiqlangan zona kengligi  $E_g(T)$  ni modellashtirish bo‘yicha yangi yondashuv ishlab chiqildi. Taklif etilgan model Maple dasturida grafik va sonli tahlillar orqali tasdiqlandi. Ushbu yondashuv, ayniqsa, yuqori harorat diapazonida  $E_g(T)$  ni aniqroq hisoblashda qo‘llanishi mumkin bo‘lgan kuchli vosita sifatida baholandi.

**Kalit so‘zlar:** Effektiv massa, taqiqlangan zona kengligi, Feyn metodi, Varshni formulasi, haroratga bog‘liqlik, yarimo‘tkazgich fizikasi, Si (kremniy) materiali.

**Abstract.** This article examines the effect of the effective mass of charged particles on the temperature dependence in the range. Fein's method allowed for a deeper analysis of phonon-electron interactions, which made it possible to more accurately calculate  $E_g(T)$  when used in combination with the Varshavni formula. Analyses performed in si semiconductor material have shown that at temperatures above 250 K, the effect of its effective mass becomes apparent. The proposed new model made it possible to more accurately describe the physical properties at high temperatures and offered a solution to an urgent scientific problem in the field of semiconductor physics.

**Keywords:** Effective mass, band gap, Fein's method, Varshavni formula, temperature dependence, semiconductor physics, Si (silicon) material.

**Kirish.** Yarimo'tkazgichlar bu elektr toki o'tishini boshqarishda muhim rol o'ynovchi materiallardir. Ular, asosan, elektronika va yarim o'tkazgichli qurilmalar sanoatida keng qo'llaniladi. Yarim o'tkazgichlarning eng muhim xususiyatlaridan biri ular o'z ichida elektr toki o'tishini nazorat qilish uchun maxsus taqiqlangan zona kengligidir. Bu zona, o'z navbatida, materialning elektron strukturasi bir qismidir va elektronlarning erkin harakatini cheklaydi.

Taqiqlangan zona kengligi yarim o'tkazgichlarning fizik va elektron xususiyatlarini belgilaydigan muhim parametr hisoblanadi. Taqiqlangan zona kengligi materialning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va atrof-muhit sharoitlariga, jumladan, haroratga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin. Shunday qilib, harorat o'zgarishlari yarimo'tkazgichlarning elektr xususiyatlarida sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin, bu esa ularning ishlashiga va samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi [1].

Jumladan, taqiqlangan zona kengligi  $E_g(T)$  ning haroratga bog'liqligini tavsiflovchi eng keng tarqalgan formulalardan biri Varshni tenglamasidir. Ushbu tenglama yarimo'tkazgichlarda taqiqlangan zona kengligini haroratga bog'liq ravishda tavsiflaydi [2]:

$$E_g(T) = E_g(0) - \frac{\alpha \cdot T^2}{T + \beta} \quad (1)$$

Bu yerda,  $E_g(T)$  –taqiqlangan zona kengligining haroratga bog'liqligi;  $E_g(0)$  – nol haroratda taqiqlangan zona kengligi;  $\alpha, \beta$  – eksperimental parametrlar;  $T$  – harorat.

Bu formulani ko'plab olimlar, masalan D.K.Biegelsen, L.F.Mattheiss, va M.L.Cohen o'zlarining *GaAs* va boshqa yarimo'tkazgichlar bo'yicha olib borgan tadqiqotlarida qo'llaganlar [2]. Ushbu tadqiqotlardan quyidagi muhim xulosalar kelib chiqqan:

- haroratning o'sishi bilan taqiqlangan zona kengligi kamayadi.
- $\alpha$  va  $\beta$  parametrlarining qiymatlari materialga qarab farq qiladi.

Feyn metodi kvant mexanikasi va kvant maydonlar nazariyasida keng qo'llaniladi. Bu metod fizikaning turli tizimlarini tavsiflash uchun ishlatiladi va an'anaviy Shredinger tenglamasidan farqli ravishda, zarraning har bir mumkin bo'lgan yo'lini hisobga oladi. Feyn integral usuli bilan zarraning kvant holatini ifodalash uchun uning barcha mumkin yo'llarining superpozitsiyasi olinadi va bu usullarning har biriga fazoda amplitudali ehtimollik qismi bilan baho beriladi. Bu yondashuv, ayniqsa, qattiq jismlar fizikasi va yarimo'tkazgichlar bo'yicha tadqiqotlarda qo'llaniladi, chunki u fonon-elektron va boshqa turdagi o'zaro ta'sirlarni hisoblashda qulaylik beradi[1,3]. Ushbu adabiyotlardan foydalanib  $E_g(T)$ ni aniqlashda Feyn metodi formulasi quyidagicha ifodalalanadi:

$$E_g(T) = E_g(0) - \frac{\alpha \cdot \theta_p}{2} * \left( \sqrt[p]{1 + \left(\frac{2 \cdot T}{\theta_p}\right)^p} - 1 \right) \quad (2)$$

Bu yerda:

$E_g(T)$ -taqiqlangan zona kengligini haroratga bog'liqligi.

$E_g(0)$ -nol haroratda taqiqlangan zona kengligi.

$\alpha$ - $E_g(T)$ ning haroratga bog'liq o'zgarish tezligini ifodalovchi koeffitsiyent

$\theta_p$ -Fononlarning o'rtacha energiyasiga bog'liq bo'lgan parametr

P-nazariy

model asosida tanlangan ta'sir koeffitsiyenti.

T-harorat.

Lekin, yuqoridagi (2) formuladan ko'rinib turibdiki, taqiqlangan zona kengligini haroratga bog'liqligida erkin elektronlar va kovaklarning effektiv massalarining haroratga bog'liqligi ta'siri ko'rib chiqilmagan. Vaholangki, zaryadli zarralarning effektiv

massasining harorat bo'yicha o'zgarishi  $m^*(T)$  taqiqlangan zona kengligini haroratga bog'liqligiga mutanosib. Ya'ni quydagi munosabat o'rinli hisoblanadi[4]:

$$\frac{dE_g(T)}{dT} \approx \frac{dm^*(T)}{dT} \quad (3)$$

(3) formuladan ko'rinib turibdiki, yarimo'tkazgichli materiallarning  $E_g(T)$ ni hisoblashda albatta  $\frac{m^*(T)}{m(0)}$ ni ta'sirini etiborga olish kerak.

Ishning asosiy maqsadi, yarimo'tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligining harortga bog'liqligiga zaryadli zarralarning effektiv massasining o'zgarishi ta'sirini modelashtirishdan iborat.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Yarim o'tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligi  $E_g(T)$  ning haroratga bog'liqligini aniqlash materialshunoslik va qattiq jism fizikasi sohalarida muhim masalalardan biri hisoblanadi. Harorat oshishi yoki kamayishi natijasida kristall panjaradagi tebranishlarning kuchayishi, atomlararo o'zaro ta'sirlarning o'zgarishi va fononlarning ta'siri natijasida  $E_g$  ning dinamik o'zgarishi kuzatiladi.

Ushbu tadqiqotda Feyn integrali metodi (Feynman Path Integral) yordamida yarim o'tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligining haroratga bog'liqligini tahlil qilishga harakat qilinadi. Mazkur yondashuv fononlarning kvant-mexanik o'zaro ta'sirini hisobga olishga imkon beradi va klassik Varshni formulasi bilan solishtirganda yanada aniqlangan natijalar olishga yordam beradi.

Feyn metodining qo'llanilishi orqali Ge, AlSb, CdTe, CdS kabi yarim o'tkazgich materiallari uchun past harorat sharoitida  $E_g(T)$  ning o'zgarishi modelashtiriladi. Olingan natijalar esa yarim o'tkazgich materiallarining past haroratdagi fizikaviy xossalari tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Oldingi tadqiqotlarda Feyn va Varshni metodlari yordamida yarim o'tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligining haroratga bog'liqligi o'rganilgan bo'lsa-da, ushbu metodlar o'zaro bevosita solishtirilmagan. Masalan, Kardona va Peter Yu turli materiallar uchun empirik va nazariy usullar yordamida  $E_g(T)$  ni tahlil qilgan, Krantz va Halperin esa kvant effektlarini hisobga olgan model taklif qilgan. Shuningdek, Ziman fononlarning elektron tizimlarga ta'sirini o'rgangan [5-7].

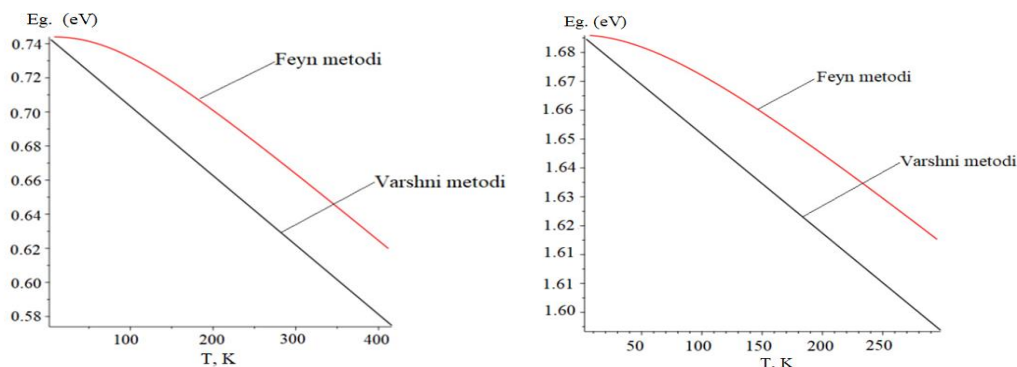
Biroq, ushbu ishlarning hech birida Feyn integrali metodi va Varshni formulasi o'zaro taqqoslanmagan hamda ularning natijalari Maple dasturi yordamida grafik tahlil qilinmagan. Ushbu ilmiy ish aynan shu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan bo'lib, Ge, AlSb, CdTe, CdS kabi yarim o'tkazgichlarda Feynman va Varshni metodlari asosida hisoblangan  $E_g(T)$  qiymatlarini solishtirish va ularning tafovutlarini aniqlashga qaratilgan.

Natijada, ushbu ish Feyn metodi natijalari Varshni formulasi bilan qanchalik mos kelishini aniqlash, haroratning past diapazonida fononlarning rolini yanada chuqurroq tushuntirish va bu metodlarning amaliy qo'llanilish imkoniyatlarini baholashga xizmat qiladi.

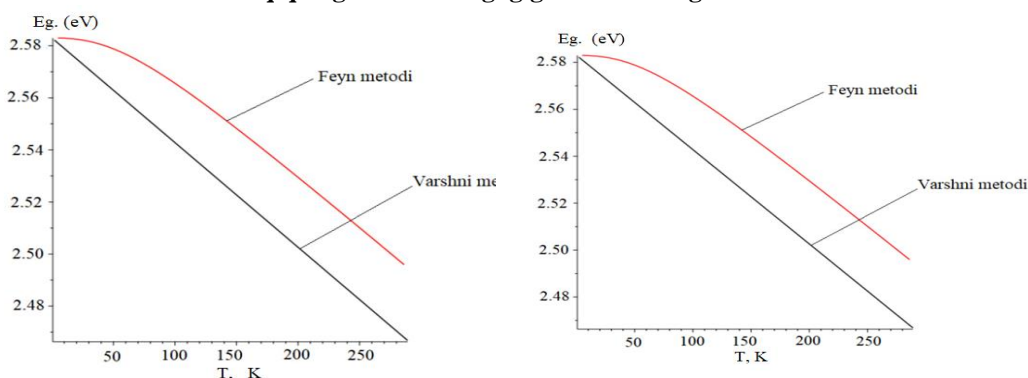
Quyida Ge, AlSb, CdTe, CdS yarimo'tkazgichlarining taqiqlangan zona kengligini haroratga bog'liqligini Varshni va Feyn metodlarida Maple dasturidan foydalanib solishtirilgan grafiklarini keltiramiz. Ushbu rasmlardan ikkala metodning farqlarini yaqqol ko'rishimiz mumkin (1-2-rasmlar). Ushbu rasmlardagi grafiklar (1) va (2) formulalar yordamida olingan.

1–2-rasmlardan ko'rinib turibdiki, Feyn va Varshni metodlari natijalari yarim o'tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligining haroratga bog'liqligida o'zgarishi sezilarli ravishda ko'rinmoqda. Ayniqsa, yuqori haroratlarda effektiv massaning ta'siri muhim ekanligi grafiklardan ko'rinib turibdi. Varshni metodi bo'yicha, barcha yarim o'tkazgichlarda harorat oshishi bilan taqiqlangan zona kengligi uzluksiz ravishda kamayib boradi. Feyn metodida esa, past haroratlarda  $E_g$  ning sezilarli o'zgarishi kuzatilmaydi, ya'ni u nisbatan barqaror qoladi. Biroq harorat muayyan chegaraga yetgandan so'ng,

taqiqlangan zona kengligining pasayishi kuzatiladi. Bu esa fononlarning harorat ortishi bilan kuchayib borishi natijasida elektron holatlar bilan o‘zaro ta’sirining oshishi bilan bog‘liq bo‘ladi (1–2-rasmlar).



**1-rasm. Feyn va Varshni metodlari yordamida Ge va AlSb yarimo‘tkazgichli materialning taqiqlangan zona kengligiga haroratning ta’siri.**



**2-rasm. Feyn va Varshni metodlari yordamida CdTe va CdS yarimo‘tkazgichli materialning taqiqlangan zona kengligiga haroratning ta’siri.**

Bundan tashqari, turli yarim o‘tkazgich materiallari uchun Feyn metodi natijalari turlicha bo‘lishi mumkin. Masalan, *Ge* va *GaAs* kabi materiallarda Feyn metodi bo‘yicha past haroratlarda taqiqlangan zona kengligi deyarli o‘zgarmaydi, biroq *InP* va *AlSb* uchun bunday stabil holat nisbatan haroratning tor diapazonida kuzatiladi. Bu esa har bir material uchun panjara tebranishlari va ularning elektron energiya holatlariga ta’siri turlicha ekanligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, harorat ortishi bilan Feyn metodidagi natijalarning Varshni formulasi bo‘yicha hisoblangan qiymatlardan chetlanishi ham kuzatiladi. Bu tafovut, ayniqsa, yuqori haroratlarda aniq namoyon bo‘lib, Varshni modeli chiziqli tushish tendensiyasini namoyish etsa, Feyn metodi ba’zi diapazonlarda noan’anaviy o‘zgarishlarni ko‘rsatishi mumkin. Bu esa Feyn metodining kvant mexanik ta’sirlarni chuqurroq hisobga olish qobiliyatiga ega ekanligini anglatadi.

Ushbu farqlar shuni ko‘rsatadiki, yarim o‘tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligining haroratga bog‘liqligini aniqlashda Feyn metodi va Varshni formulasi bir-birini to‘ldiruvchi yondashuvlar bo‘lib, ularning kombinatsiyali qo‘llanilishi yanada aniq natijalarga olib kelishi mumkin.

Natijalar va muhokama. Yarim o‘tkazgichlarning taqiqlangan zona kengligi  $E_g(T)$  ning haroratga bog‘liqligi nafaqat fonon-elektron o‘zaro ta’sirlariga, balki zaryad tashuvchilarning effektiv massasining o‘zgarishiga ham bog‘liqdir. Effektiv massa – bu elektronlarning kristall panjaradagi harakatini tavsiflovchi muhim parametr bo‘lib, u panjara potensialining murakkab ta’sirini hisobga olib, zarraning inertligini ifodalaydi.

Effektiv massa harorat o'zgarishi bilan o'zgaradi, chunki kristall panjaradagi fononlarning faollashishi elektronlarning energiya spektriga ta'sir ko'rsatadi. Natijada, elektron va kovaklarning effektiv massalari harorat ortishi bilan ma'lum diapazonda o'zgarishi mumkin. Bu o'zgarish  $E_g(T)$  ning haroratga bog'liqligini aniqlashda muhim rol o'ynaydi.

Ma'lumki, mavjud ilmiy adabiyotlarda zaryadli zarralarning effektiv massasini haroratga bog'liqligini eksperimental va nazariy jihatdan aniqlashda materialning fizik xossalariga qarab, har xil yondashuvlar bo'lgan. Jumladan, effektiv massa  $m^*(T)$  ning haroratga bog'liqligini quyidagi umumiy ko'rinishda ifodalash mumkin [8]:

$$M(T) = m(0) \cdot (1 + \gamma T) \quad (4)$$

Bu yerda,

- $m(0)$  - nol haroratdagi effektiv massa,
- $\gamma$  - material uchun eksperimental aniqlangan parametr,
- $T$  - harorat.

Taqiqlangan zona kengligi  $E_g(T)$  va effektiv massa  $m^*(T)$  orasidagi bog'liqlikni keltirib chiqarish uchun olingan ma'lumotlardan foydalanib quyidagi munosabatni yozish mumkin:

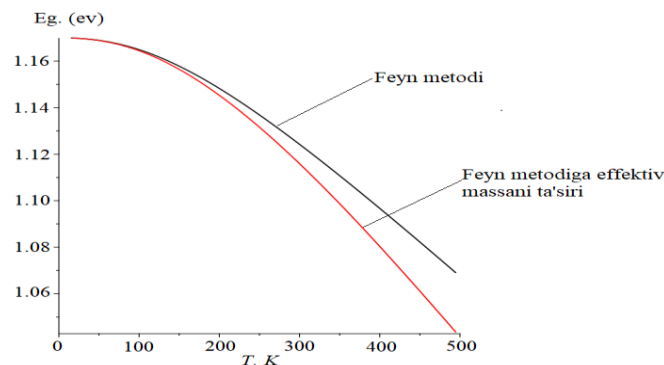
$$E_g(T) \approx E_g(0) - C(dm(T)/dT) \quad (5)$$

Bu yerda,  $C$  – materialning kvant-mexanik tavsiflarini hisobga oluvchi eksperimental koeffitsiyent. Ushbu ifodadan ko'rinib turibdiki, harorat oshishi bilan effektiv massaning o'zgarishi taqiqlangan zona kengligining o'zgarishiga bevosita ta'sir qiladi.

Si yarimo'tkazgichning zaryadli zarralarining holatlar zichligi effektiv massasi (6) va (7) formulalarda berilgan bo'lib, elektron va teshikning holat zichligi samarali massasi ifodasi tenglamalarda berilgan bo'lib, ular [9] dagi tajriba ma'lumotlari va nazariyasiga asoslangan holda keltirilgan. (6) va (7) formulalar tajriba natijalari asosida olingan bo'lib, ular 0 K dan 500 K gacha bo'lgan harorat oralig'iga to'g'ri keladi. Degenerativ valentlik quyi zonasining noparabolikligi va ajratilgan valentlik quyi zonasining hisobga olinishi kovakning effektiv massasini haroratga bog'liqligini hisoblash uchun ko'zda tutilgan [9]. Elektronlar uchun  $m_n^*(T)$  va kovaklar uchun  $m_p^*(T)$  formulalar quyidagiga teng [9, 11]:

$$m_n^* = (-1.084 \cdot 10^{-9} \cdot T^3 + 7.580 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 + 2.862 \cdot 10^{-4} \cdot T + 1.057) \cdot m_0 \quad (6)$$

$$m_p^* = (1.872 \cdot 10^{-11} \cdot T^4 - 1.969 \cdot 10^{-8} \cdot T^3 + 5.857 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 + 2.712 \cdot 10^{-4} \cdot T + 0.584) \cdot m_0 \quad (7)$$



**3-rasm.** Si yarimo'tkazgichli materialining taqiqlangan zona kengligini haroratga bog'liqligiga effektiv massani ta'siri.

[9] va [10] ishlarda zaryadli zarralarni effektiv massalarini haroratga bog'liqligini

aniqlash ifodalari uchun boshqa nazariy takliflar ham keltirilgan. Lekin bu ishlardagi nazariy hisoblar juda past va juda yuqori haroratlarda tajriba natijalariga mos kelmagan. Shuning uchun tadqiqot natijalarimizni olishda (6) va (7) formulalarni o'rganish yetarli.

U holda (6) va (7) ifodalarni (2) ga qo'yishimiz natijasida quyidagi umumlashgan  $E_g(m^*(T), T)$  yangi analitik (emperik) formula kelib chiqadi:

$$E_g(m^*(T), T) = E_g(0) - \frac{\alpha \cdot \theta_p}{2} * \left( \sqrt[p]{1 + \left(\frac{2 \cdot T}{\theta_p}\right)^p} - 1 \right) \cdot (-1.084 \cdot 10^{-9} \cdot T^3 + 7.580 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 + 2.862 \cdot 10^{-4} \cdot T + 1.057) \cdot m_0 \quad (8)$$

Ushbu keltirib chiqarilgan (8) formula bir qator tajriba natijalarini tushuntirishga imkon beradi. 3-rasmda (2) va (8) formulalar asosida Si yarimo'tkazgichli material uchun  $E_g(T)$  hamda  $E_g(m^*(T), T)$  bu rasmdan ko'rinib turibdiki,  $E_g(T)$  va  $E_g(m^*(T), T)$  grafiklar farqi T=250K dan boshlab yaqqol ko'rinmoqda. Masalan, ushbu sonli tahlilni quyidagi jadvalda keltirishimiz mumkin:

1-jadval

T, K	$E_g(T), eV$	$E_g(m^*(T), T), eV$	$\frac{m^*(T)}{m^*0}$ ning ta'siri, %
5	1.1700	1.1700	0.00
30	1.1697	1.1697	0.00
55	1.1687	1.1685	0.02
80	1.1669	1.1666	0.03
105	1.1644	1.1638	0.05
250	1.1369	1.1316	0.46
300	1.1242	1.1159	0.74
350	1.1108	1.0803	2.74
400	1.0967	1.0803	1.49
450	1.0822	1.0611	1.95
500	1.0675	1.0414	2.44

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, past haroratlarda  $\frac{m^*(T)}{m^*0}$  ning  $E_g(T)$  ga ta'siri deyarli sezilmayapti. Lekin harorat T=250 K dan boshlab, taqiqlangan zona kengligining qiymati T=250 K da 0.46% ga, T=300 K da 0.74% ga, T=350 K da 2.74% ga, T=400 K da 1.49% ga, T=450 K da 1.95% ga, T=500 K da 2.44% ga o'zgarishini kuzatish mumkin. Bundan kelib chiqadiki, biz taklif qilayotgan model yuqori haroratlar uchun o'rinli ekan.

**Xulosa va takliflar.** Ushbu maqolada kremniy (Si) yarimo'tkazgichining taqiqlangan zona kengligining  $E_g(T)$  haroratga bog'liqligini tahlil qilish va bunda zaryad tashuvchilarning (elektron va kovaklar) effektiv massasining o'zgarishi qanday ta'sir ko'rsatishini modellashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda klassik Varshni formulasi va Feyn integrali metodi asosida hisob-kitoblar olib borilib, ularning Maple dasturida grafik taqqoslanishi amalga oshirilgan. Maqola doirasida Ge, AlSb, CdTe, CdS kabi yarimo'tkazgich materiallari misolida haroratning  $E_g(T)$  ga ta'siri modellashtirilgan. Shuningdek, yuqori haroratlarda effektiv massa haroratga bog'liq holda o'zgarib,  $E_g(T)$  qiymatlarida sezilarli farqlar yuzaga kelishi eksperimental va nazariy asosda isbotlab berilgan.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Varshni, (1967). *Temperature dependence of the energy gap in semiconductors*.
2. Biegelsen, Mattheiss, Cohen, M. L. (1974). *Electronic Properties of GaAs and Other Semiconductors*. Physical Review
3. R.P.Hibbs (1965). *Quantum Mechanics and Path Integrals*. New York: McGraw-Hill.
4. И.М. Цидильковский. Электроны и дырки в полупроводниках. – М.:Наука, 1972. – С.320.
5. P. Y. Yu, M. Cardona, "Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties", Springer, 4th Edition, 2010.

6. M. C. Krantz, B. I. Halperin, "Temperature dependence of the energy gap in semiconductors", Physical Review B, 1985.
7. J. M. Ziman, "Principles of the Theory of Solids", Cambridge University Press, 2nd Edition, 1972.
8. Simon M. Sze, Kwok K. Ng, "Physics of Semiconductor Devices, 3rd Edition"
9. H.D. Barber. Effective mass and intrinsic concentration in silicon. *Solid-State Electronics*. Vol. 10, pp. 1039-1051, 1967.
10. F.H. Gaensslen and R.C. Jaeger. Temperature dependent threshold behavior of depletion mode mosfets. *Solid-State Electronics*. Vol. 22, pp. 423-430, 1979.
11. A. Caiafa, X. Wang, J.L. Hudgins, E. Santi, and P.R. Palmer. Cryogenic study and modeling of IGBTs. Institute of Electrical and Electronics Engineers. pp.1-7. 2003. [10.1109/PESC.2003.1217742](https://doi.org/10.1109/PESC.2003.1217742)
12. Гулямов Г., Эркабоев У.И., Рахимов Р.Г., Мирзаев Ж.И., Сайидов Н.А. Квантовые осцилляционные явления в полупроводниковых структурах при воздействии внешних полей. – Наманган: Usmon Nosir media, 2021. Удк: 621.3.082.782 ббк: в37я7, г – 94.
13. U.I.Erkaboev, U.M.Negmatov, R.G.Rakhimov, J.I.Mirzaev, N.A.Sayidov. Influence of a quantizing magnetic field on the Fermi energy oscillations in two-dimensional semiconductors. *International Journal of Applied Science and Engineering*, **2022**,19(2),2021123
14. Эркабоев У.И., Рахимов Р.Г., Мирзаев Ж.И., Сайидов Н.А. Влияние температуры на веерную диаграмму спектра магнитопоглощения в полупроводниках с непараболическим законом дисперсии. *Academic Research in Educational Sciences VOLUME 2 | CSPI CONFERENCE 3 | 2021*
15. Эркабоев У. И., Мирзаев Ж. И., Рахимов Р. Г., Сайидов Н.А. Обработка экспериментальных результатов, двумерных полупроводниковых материалов при воздействии поперечного квантующего магнитного поля. - "Применение современных методов в развитии науки" Республиканская научно-практическая онлайн конференция. 2021, 27 октября.

**FEYSTEEL TARMOG‘IGA ASOSLANGAN SIMMETRIK BLOKLI SHIFRLASH  
ALGORITMLARI TADQIQI  
(DES, BLOWFISH, GOST-28147-89)**

**Boltayev Sherzod Tuyliboyevich**  
Mirzo Ulug‘bek nomidagi  
O‘zbekiston Milliy universiteti  
Axborot xavfsizligi kafedrasida dotsenti, PhD  
[boltayev\\_sh@nuu.uz](mailto:boltayev_sh@nuu.uz)  
**Xolbutayeva Laziza Gulmurot qizi**  
Mirzo Ulug‘bek nomidagi  
O‘zbekiston Milliy universiteti  
[lazizaxolbutayeva156@gmail.com](mailto:lazizaxolbutayeva156@gmail.com)  
ORCID 0000-0002-1230-0292  
UDK 004.056.5

**Anotatsiya.** Ushbu ilmiy tadqiqot ishida zamonaviy axborot xavfsizligi tizimlarida keng qo‘llaniladigan DES, Blowfish va GOST 28147-89 kabi keng tarqalgan simmetrik blokli shifrlash algoritmlarining ichki arxitekturasi tadqiq qilinadi. Xususan, ushbu algoritmlarda qo‘llaniladigan F-akslantirish funksiyasining ishlash prinsipi, raund kalitlarini generatsiya qilish jarayoni, shuningdek, shifrlash tezligi va samaradorlik ko‘rsatkichlari o‘rganiladi. Tadqiqot davomida har bir algoritmnining JavaScript dasturlash tilida yaratilgan funksional simulyatsiyasi yordamida xml, txt, png va mp4 kabi turli formatdagi fayllar va turli xil fayl o‘lchamlari bilan amaliy tajribalar o‘tkaziladi. Fayllarning o‘lchami oshirilgan holda algoritmlarning bajarilish vaqtlari aniqlanadi va ularning samaradorligi solishtiriladi. Natijalar asosida algoritmlarning ishlash tezligi, resurs talabchanligi va amaliy tizimlarda qo‘llanilish qulayligi bo‘yicha tahliliy xulosalar chiqariladi.

**Kalit so‘zlar:** akslantirish funksiyasi, S-blok, raund kalitlari, IP almashtirish,  $IP^{-1}$  yakuniy almashtirish, P almashtirish, siklik surish.

**RESEARCH ON SYMMETRIC BLOCK ENCRYPTION ALGORITHMS BASED  
ON FEISTEL NETWORKS (DES, BLOWFISH, AND GOST 28147-89)**

**Abstract.** This scientific research investigates the internal architecture of widely used symmetric block cipher algorithms such as DES, Blowfish, and GOST 28147-89, which are commonly applied in modern information security systems. In particular, the study focuses on the

functioning principles of the F-transformation function, the process of round key generation, as well as the encryption speed and efficiency indicators of these algorithms. During the research, functional simulations of each algorithm were developed using JavaScript programming language. Practical experiments were conducted using files of various formats (xml, txt, png, mp4) and different file sizes. By increasing the file sizes, the execution times of the algorithms were measured and their performance compared. Based on the results, analytical conclusions were drawn regarding the speed, resource demand, and applicability of each algorithm in practical systems.

**Keywords:** transformation function, S-box, round keys, initial permutation (IP), final inverse permutation ( $IP^{-1}$ ), P-permutation, cyclic shift.

**Kirish.** Axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi va raqamli axborot almashinuvi hajmining tez sur'atlar bilan ortishi zamonaviy jamiyatda ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash masalasini dolzarb muammolardan biriga aylantirdi, shu bois ruxsatsiz kirish, o'zgartirish yoki ma'lumotlarni yo'qotish xavfini kamaytirish maqsadida keng ko'lamda kriptografik usullar qo'llanila boshlandi. Ushbu usullar ichida, ayniqsa, simmetrik shifrlash algoritmlari o'zining bir xil kalit yordamida ma'lumotlarni shifrlash va deshifrlash imkoniyatini taqdim etgani sababli, axborotni tez va samarali himoyalashda asosiy vosita sifatida e'tirof etiladi. Shu bilan birga, simmetrik algoritmlarning ushbu yondashuvi real vaqtda ishlov berish, ma'lumotlar bazalarini himoyalash va cheklangan resurslarga ega mobil qurilmalarda qo'llanishda kam resurs talab qilishi bilan ajralib turadi; ammo xavfsizlik darajasi, ishlash tezligi, kalit uzunligi va strukturaviy murakkablik kabi omillar esa har bir algoritmnining o'ziga xos afzallik va cheklovlarini belgilab beradi. Masalan, 1976-yilda IBM tomonidan ishlab chiqilgan DES algoritmi klassik Feystel tarmog'i asosida qurilgan bo'lib, o'z vaqtida sanoat standarti sifatida keng qo'llanilgan; shu bilan birga, 1993-yilda Bryus Shnayer tomonidan taklif etilgan Blowfish algoritmi yuqori tezlik va kalit uzunligining moslashuvchanligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, sobiq SSSR tomonidan ishlab chiqilgan GOST 28147-89 algoritmi esa murakkab S-bloklar va ko'p bosqichli tuzilmasi asosida yaratilib, o'zining maxsus xususiyatlari orqali alohida o'rin egallaydi.

**Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili.** Feystel tarmog'iga asoslangan simmetrik shifrlash algoritmlari haqida ko'plab muhim ilmiy ishlar amalga oshirilgan. Denning, Stallings va Schneier kabi mualliflar DES va Blowfish algoritmlarining tuzilishi va ishlash tamoyillarini chuqur tahlil qilganlar. Ischukova va Kalmykov esa GOST 28147-89 algoritmining S-bloklariga oid differensial tahlil o'tkazganlar. Akbarov o'z asarida DES, Blowfish va GOST algoritmlarini taqqoslab, ularning xavfsizlik va samaradorlik xususiyatlarini ko'rsatib bergan. Elminaam va hamkorlari esa DES va Blowfish algoritmlarining ishlash tezligi va samaradorlik ko'rsatkichlarini taqqoslab, ularning amaliy samaradorligini ochib berganlar. Bu mualliflarning ishlari Feystel tarmog'iga asoslangan algoritmlarni o'rganishda asosiy manba bo'lib xizmat qiladi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ushbu ilmiy tadqiqot zamonaviy simmetrik blokli shifrlash algoritmlaridan DES, Blowfish va GOST 28147-89 algoritmlarining arxitekturaviy xususiyatlari, funksional mexanizmlari hamda dasturiy samaradorligini har tomonlama tahlil qilishga qaratilgan. Tadqiqotda nazariy tahlil, dasturiy modellashtirish va eksperimental baholash kabi kompleks yondashuvlar uyg'unlashtirilib, algoritmlarning texnik va amaliy jihatlari o'zaro bog'liq holda o'rganildi. Metodologiya quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- 1) nazariy-tahliliy bosqich
- 2) dasturiy modellashtirish bosqichi
- 3) eksperimental baholash bosqichi
- 4) qiyosiy tahlil va vizualizatsiya.

**Natijalar va muhokama.** 1976-yilda IBM kompaniyasi tomonidan yaratilgan DES, 1993-yilda Bryus Shnayer tomonidan taklif qilingan Blowfish, 1989-yilda SSSR

tomonidan ishlab chiqilgan Gost 28147-89 simmetrik blokli shifrlash algoritmlari struktura tavsifi, F-funksiyalar tuzilishi va raund kalitlarini generatsiya qilish jarayonlari bilan bir-biridan farq qiladi.

Ochiq matnga (m) boshlang'ich ishlov berishda DES algoritmi dastlabki permutatsiya (IP) bosqichidan foydalanadi, bu esa dastlabki ma'lumotni aralashtirish imkonini beradi. Blowfish va GOST 28147-89 esa bu bosqichsiz, ma'lumotni to'g'ridan-to'g'ri ikki bo'lakka bo'lib ishlov berishi sabab, shifrlash jarayonining soddalashishiga olib keladi. Natijada ushbu algoritmlar ba'zi holatlarda kamroq hisoblash resurslari talab qiladi, bu esa ularni resurs cheklangan tizimlarda qo'llashga qulay qiladi.

Shifrlash jarayonining strukturasida 16 raundli DES va 32 raundli GOST 28147-89 o'ng qismda ishlov berish xususiyatiga ega bo'lib, klassik Feistel tarmog'iga mos keladi. Blowfish algoritmi chap qismda va har bir raundda qo'shimcha kalit qo'shish amallarini bajaradi, bu aralashtirish va diffuziyani kuchaytiradi.

Ushbu algoritmlarda ishlatiladigan F-funksiyalardagi akslantirishlar bir-biridan farq qiladi. DES algoritmidagi bu funksiya kengaytirish, XOR, S-blok va permutatsiya (P)dan iborat bo'lsa, Blowfish algoritmidagi u murakkab bo'lib, ko'p bosqichli arifmetik va mantiqiy amallarni o'z ichiga oladi. GOST algoritmidagi modulyar qo'shish, S-blok almashtirish va siklik siljitish orqali yuqori darajadagi diffuziya ta'minlanadi.

**Yakuniy natijani shakllantirish (C)** bosqichida DES algoritmi teskari permutatsiyadan, Blowfish kalit bilan XOR bajariladi va GOST-89 soddalar tarzda chap va o'ng bo'lak birlashtirilib shifr matn hosil qilinadi.

Bu algoritmlar ichida GOST 28147-89 algoritmi murakkab F-funksiyasi, 8 ta alohida S-blok va 32 ta shifrlash bosqichi sababli xavfsizlik nuqtayi nazaridan nisbatan barqaror yechim sifatida baholanadi va differensial va chiziqli tahlillarga nisbatan chidamli qiladi.

Blowfish algoritmi ko'proq samaradorlik va moslashuvchanlik bilan ajralib turadi. Uning har bir bosqichidagi F-funksiyasi qo'shish, XOR va S-blok almashtirish kabi oddiy arifmetik va mantiqiy amallardan tashkil topganligi sabab protsessorlar tomonidan juda tez bajariladi, ayniqsa, apparat darajasida optimallashtirilgan holatlarda.

Ushbu algoritmlarning har birida kalitlar generatsiyasi o'ziga xos mexanizmga ega. DES algoritmidagi boshlang'ich kalit uzunligi 64 bit bo'lsa-da, jadvallar yordamida 56 bitga keltirib foydalaniladi. Kalitlar generatsiyasi  $C_0$  va  $D_0$  qismlarining almashuvi va permutatsiyasi orqali xavfsizlikni oshirsa-da, ishlash tezligini pasaytirishi mumkin.

1-jadval.

DES, Blowfish va GOST 28147-89 algoritmlarining qiyosiy tahlili

	DES	Blowfish	GOST 28147-89
<b>r</b>	16	16	32
<b>m</b>	$IP(m) = \{L_0, R_0\}$	$m = \{L_0, R_0\}$	$m = \{L_0, R_0\}$
<b>Shifrlash jarayoni matematik ko'rinishi</b>		$\begin{cases} L_i = R_{i-1} \\ R_i = L_{i-1} \oplus f(R_{i-1}, k_i) \\ L_i = R_{i-1} \oplus f(L_{i-1}, k_i) \\ R_i = L_{i-1} \oplus k_i \end{cases}$	$\begin{cases} L_i = R_{i-1} \\ R_i = L_{i-1} \oplus f(R_{i-1}, k_i) \end{cases}$
<b>F</b>	$F = f(R_{i-1}, k_i) = P(Sbox(E(R_{i-1}) \oplus k_i))$	$F = f(L_{i-1}, k_i) = \left( \left( (S_1^i + S_2^i) \bmod 2^{32} \right) XOR S_3^i + S_4^i \right) \bmod 2^{32}$	$F = f(R_{i-1}, k_i) = Sbox((R_{i-1} + k_i) \bmod 2^{32}) \gg_{11}$
<b>C</b>	$C = IP^{-1}\{L_{16}, R_{16}\}$	$C = \{L_{15} \oplus k_{17}, R_{15} \oplus k_{18}\}$	$C = \{L_{32}, R_{32}\}$

Blowfish algoritmidagi kalit uzunligi 32 bitdan 448 bitgacha bo'lishi mumkin. Bu juda katta moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Blowfishning eng yaxshi jihatlardan biri – boshlang'ich kalitni S-bloklar va P-massivga moslashtirish orqali foydalanishidir. Bu kalitlar generatsiyasini xavfsiz va samarali qiladi.

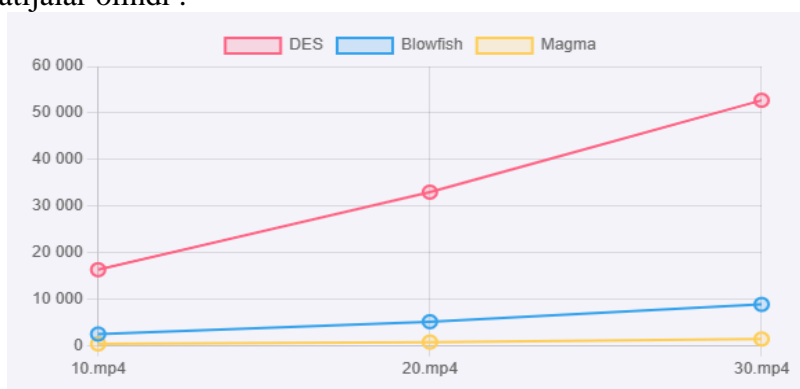
GOST 28147-89 algoritmidagi boshlang'ich kalit 256 bit bo'lib, bu qismlar 3 marta to'g'ri va 1 marta teskari tartibda qo'llaniladi. Ushbu yondashuv soddaligi hamda apparat darajasida tez ishlov berishga qulaylik yaratadi.

Kalitlar generatsiyasi bo'yicha eng moslashuvchan va samarali algoritmi bu – Blowfish, chunki u har xil uzunlikdagi kalitlarni qabul qila oladi va kalitlar yaratish jarayoni oddiy hamda tez bajariladi. GOST 28147-89 algoritmi o'zining soddaligi va aniqligi bilan ajralib turadi va apparat darajasida ishlashga juda qulay. DES algoritmidagi kalit uzunligining qisqaligi va generatsiya jarayonining murakkabligi sababli bugungi kunda qo'llanilmaydi.

2-jadval.

	DES	Blowfish	GOST 28147-89
<b>Boshlang'ich kalit uzunligi</b>	64	32 dan 448 gacha o'zgaruvchan	256
<b>K-boshlang'ich kalit</b>	$K = \{C_0, D_0\}$	$K = \{X_1, X_2, \dots, X_z\}, z \in N$	$K = \{X_1, X_2, \dots, X_8\}$
<b><math>k_i</math> – raund kaliti</b>	$k_i = P\{C_i, D_i\}$	$k_i = P_i \oplus X_i$	Boshlang'ich kalit qismlari 3 marta to'g'ri 1 marta teskari tartibda qo'llaniladi

DES, Blowfish, GOST-28147-89 simmetrik shifrlash algoritmlarida shifrlash va deshifrlash hamda raund kalitlarini generatsiya qilish hamda JavaScriptda dasturiy ta'minot yaratildi va qiyosiy tahlil qilindi. Dasturiy ta'minotda Crypto-js Extension dan foydalanib yuqoridagi algoritmlarda shifrlash tezligi (bajarish vaqti) va turli fayl o'lchamlari bo'yicha baholanadi. Sinovdan o'tkazilgan o'lchamlar: 10MB, 20MB va 30 MB. Quyidagi natijalar olindi :



1-rasm. Har xil hajmdagi fayllarning shifrlash vaqtlari

3-jadval

Har xil hajmdagi fayllarning shifrlash vaqtlari jadvali (ms).

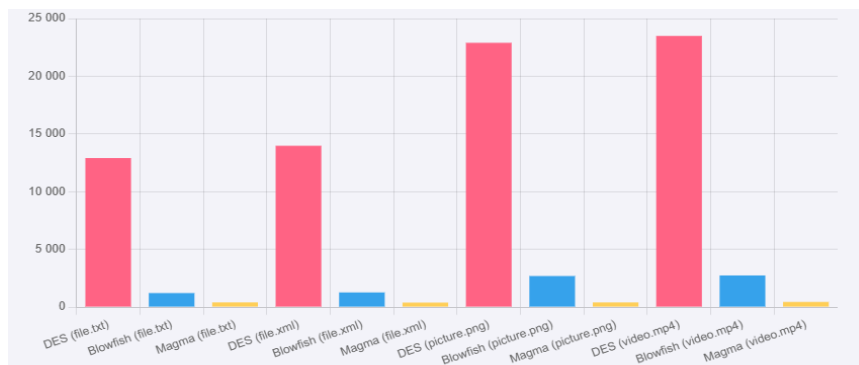
Fayl Hajmi	DES	Blowfish	GOST 28147-89
<b>10Mb</b>	16360.9	2548.6	424.3
<b>20 Mb</b>	33008.2	5197.7	824.5
<b>30 Mb</b>	52729.4	8908.2	1476.8

Bundan tashqari, har bir shifrlash algoritmi bir xil hajmda bo'lgan turli fayl formatlari bo'yicha baholandi. Sinovdan o'tkazilgan fayl turlari: xml, txt, png va mp4.

4-jadval

Algoritmlarning turli formatdagi ma'lumotlarni shifrlash vaqtlari jadvali (ms).

Fayl Turi	DES	Blowfish	GOST 28147-89
<b>Xml</b>	13976.7	1269.1	387.2
<b>Txt</b>	12912.2	1214.8	405.7
<b>Png</b>	22898	2691.1	402.9
<b>Mp4</b>	23494.3	2741.1	445.9



2-rasm. Algoritmlarning turli formatdagi ma'lumotlarni shifrlash vaqtlari

**Xulosa va takliflar.** DES, Blowfish va GOST 28147-89 algoritmlarining tadqiqi shuni ko'rsatadiki, ularning har biri o'ziga xos afzallik va cheklovlarga ega. DES algoritmi Feistel tarmog'ining klassik namunasi bo'lib, deshifrlash jarayonida teskari struktura yaratish oson, biroq uning 56 bitli kalit uzunligi hozirgi zamon talablari uchun qisqa hisoblanadi. Blowfish algoritmi esa moslashuvchan kalit uzunligi (32–448 bit) va yuqori tezligi bilan ajralib turadi, bu uni tezkor va xavfsiz shifrlash talab etiladigan sohalarda qo'llashga imkon beradi. GOST 28147-89 algoritmi yuqori kriptografik xususiyatlarga ega bo'lib, ko'p bosqichli F-funksiyalar akslantirishlariga asoslangan. Ammo uni zamonaviy apparat va dasturiy platformalarga integratsiya qilishda qo'shimcha resurslar va funksiyalar talab qilishi mumkin.

Turli hajmdagi va formatdagi fayllarning shifrlash vaqtlari bo'yicha olingan natijalardan Gost 28147-89 algoritmi tez shifrlash algoritmi hisoblanadi. Sinovdan o'tkazilgan barcha shifrlash algoritmlari, fayl o'lchamining oshishi bilan bajarish vaqtining proporsional ravishda oshishini ko'rsatdi.

Umuman olganda, har bir algoritm o'zining qo'llanish sohasi va sharoitiga ko'ra samarali bo'lib, ularning tanlovi xavfsizlik talablari va texnik imkoniyatlarga bog'liq.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bruce Schneier, "Blowfish: A Fast Block Cipher," 1993.
2. Ишукова Е.А., Калмыков И.А. Дифференциальные свойства S-блоков замены для алгоритма ГОСТ 28147-89. - 2015
3. Akbarov D.E. Axborot xavfsizligini ta'minlashning kriptografik usullari va ularning qo'llanilishi. – Toshkent, 2008. B. 83-84 b.
4. William Stallings. "Network Security Essentials: Applications and Standards". 2011. 47
5. William Stallings "Cryptography and Network Security: Principles and Practice". 2017. 136-313.
6. Bruce Schneier. "Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C". 1996. 313.
7. Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot, Scott A. Vanstone "Handbook of Applied Cryptography". 2011.
8. National Bureau of Standards, "Data Encryption Standard," FIPS Publication 46, 1977.
9. Rayan, A.M., Abdel-Hafez, A.A., Hafez, I.M. Provably Secure Encryption Algorithm based on Feistel Structure. International Journal of Computer Applications, Vol. 2016. 139(1)
10. Denning, D.E. R. Cryptography and data Security. Addison-Wesley Publishing Company. Menlo Park, California. 1992
11. Elminaam A., Abdual, D. S., Kader, H.M., and Hadhoud, M.M. Evaluating The Performance of Symmetric Encryption Algorithms. International Journal of Network Security, Vol.10(3), 2010. PP.213 -219

---

**KESMADA BERILGAN PARAMETRGA BOG‘LIQ BO‘LGAN MAXSUS  
CHIZIQLI TENGLSIZLIKLER SISTEMASINING YECHIMLARINI QURISH  
ALGORITMI****Mamatov Akmal Ravshanovich**Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti dotsenti  
fizika-matematika fanlari nomzodi  
katta ilmiy xodim[akmm1964@rambler.ru](mailto:akmm1964@rambler.ru)

ORCID 0000-0002-0610-7015

**Ibrohimova Gulrux Yusuf qizi**Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti  
magistrant

UDK 519.852.2

**Annotatsiya.** Kesmada beilgan parametrğa bog‘liq bo‘lgan chizikli tenglamalar sistemasining parallelepipedda yechimlarini qurish masalasi qaralgan. Dastlab parametrning kesmadagi biror qiymatida chizikli tenglamalar sistemasining parallelepipedda yechimi mavjud yoki mavjud emasligi aniqlanadi. Agarda parametrning bunday qiymati mavjudligi aniqlansa, bunday parametrlardan kesmadagi eng kattasi aniqlanadi. So‘ngra parametrning bu qiymatidan chapdagi qiymatlarini o‘z ichiga olgan biror sohada qaralayotgan masalaning yechimlari mavjudligini aniqlash bir o‘zgaruvchili chizikli tengsizliklar sistemasini yechish orqali amalga oshiriladi hamda bu sohadagi parametrning qiymatlari uchun qaralayotgan masalaning yechimlari quriladi. Bu jarayon chekli sonda takrorlanib, qaralayotgan masala yechiladi, bu jarayonlardagi qo‘shimcha masalalar chizikli programmalash masalasini yechishning adaptiv (taynch) usuli yordamida hal qilinadi. Qaralayotgan masalani yechish algoritmi hamda algoritmni illyustriatsiya qiladigan misollar keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** chizikli tenglamalar sistemasi, parametr, algoritm, matritsa, determinant, Gauss usuli, yechim.

**AN ALGORITHM FOR CONSTRUCTING SOLUTIONS OF A SPECIAL  
SYSTEM OF LINEAR INEQUALITIES DEPENDING ON A PARAMETER  
DEFINED ON A SEGMENT**

**Abstract.** The problem of constructing solutions of a system of linear equations depending on a parameter within a segment and bounded by a parallelepiped is considered. Initially, for a certain value of the parameter within the segment, it is determined whether a solution to the system of linear equations exists within the parallelepiped. If such a value of the parameter exists, the maximum of such parameter values within the segment is identified. Then, in a certain domain including values to the left of this maximum parameter, the existence of solutions to the considered problem is verified by solving a system of linear inequalities in one variable, and the solutions of the problem are constructed for these parameter values. This process is repeated a finite number of times until the problem is solved. The auxiliary problems arising in these processes are solved using the adaptiv (support) method for linear programming. The algorithm for solving the considered problem and illustrative examples of the algorithm are provided.

**Keywords:** system of linear equations, parameter, algorithm, matrix, determinant, Gaussian method, solution.

**Kirish.** Chizikli tenglamalar sistemasining umumiy nazariyasi [1] adabiyotda, bir jinsli chizikli tenglamalar sistemasining barcha nomanfiy yechimlarini qurish [2] ishda, bir jinsli chizikli tengsizliklar sistemasining barcha nomanfiy yechimlarini qurish [3] ishda, chizikli tengsizliklar sistemasi yechimi mavjudligi kriteriyasi [4] ishda, sistemaning yechimlarini aniqlash usullari [3-6] ishlarda, chizikli tenglamalar sistemasining manfiymas yechimini (barchasini emas) chizikli programmalash masalasidan foydalanib aniqlash [8] ishda, kvadratik programmalash masalasi yordamida aniqlash [9] ishda, n o‘lchamli fazoning gipertekisliklari bo‘ylab yo‘nalishlar yordamida [10] ishda, chizikli tenglamalar sistemasining parallelepipedda yechimini chizikli programmalash masalasidan

foydalanib aniqlash [11], kvadratik programmalash masalasi yordamida aniqlash [12] ishda qaralgan.

Parametrga bog'liq chiziqli tenglamalar sistemasining parametrlarining barcha qiymatlarida parallelepipedda yechimi mavjud yoki mavjud emasligini aniqlash masalasi [13-16] ishlarda qaralgan.

Ushbu ishda kesmada berilgan parametrga bog'liq bo'lgan chiziqli tenglamalar sistemasining parallelepipedda yechimlarini qurish algoritmi ishlab chiqilgan.

$$\text{Masalaning qo'yilishi. } X = \{x | f_* \leq x \leq f^*\} \quad (1)$$

va

$$Y(x) = \{y | g_* \leq y \leq g^*, ax + By = b\} \quad (2)$$

to'plamlar berilgan bo'lsin.

Bu yerda  $x, f_*, f^*$  - sonlar,  $y = y(K)$ ,  $g_* = g_*(K)$ ,  $g^* = g^*(K)$  -  $l$  vektorlar,  $b = b(I)$ ,  $a = a(I) - m$  vektorlar,  $B = B(I, K) - mxl$ ,  $rank B = m < l$ ,  $I = \{1, 2, \dots, m\}$ ,  $J = \{1, 2, \dots, l\}$ .

$X$  kesmadan olingan barcha  $x$  parametr uchun unga mos keluvchi  $Y(x)$  to'plamlarning bo'sh yoki bo'sh emasligini,  $Y(x) \neq \emptyset$  shartni qanoatlantiruvchi barcha  $x \in X$  uchun  $Y(x)$  to'plamlarni qurish masalasini qaraymiz.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Qaralayotgan masalani tadqiq etishda chiziqli programmalash masalasini yechishning usullaridan [11,17], ikkilanmalik nazariyasidan [11], chiziqli tengsizliklarni yechish usullaridan foydalanamiz.

Qaralayotgan masalada  $x$  parametrning  $X$  kesmadagi biror qiymatida  $Y(x) = \emptyset$  yoki  $Y(x) \neq \emptyset$  bo'lishini aniqlash maqsadida chiziqli programmalashning birinchi faza masalasini [11] tuzamiz va uni adaptiv [17] usuldan foydalanib yechamiz. Birinchi faza masalasi yechimida sun'iy o'zgaruvchilar vektori noldan farqli bo'lgan holda qaralayotgan masala yechimga ega bo'ladigan parametrning eng kichik (eng katta) qiymatini aniqlash uchun chiziqli programmalash masalasini tuzamiz va uni adaptiv [17] usuldan foydalanib yechamiz. Yechimdagi  $x$  parametrning qiymatida chiziqli programmalash masalasini yechamiz va yechimning optimalligini identifikatsiya qiladigan tayanch yordamida  $x$  parametrga nisbatan chiziqli tengsizliklarni tuzamiz va uni yechamiz. Bu tengsizliklar yechimining aniqlangan o'ng (chap) chegarasi qiymati parametrning aniqlangan eng katta (eng kichik) qiymatiga teng bo'lmasa, ikkilanmalik nazariyasidan foydalanib, bu chegara qiymatidan o'ngdagi (chapdagi) parametrning qiymatlarida qaralayotgan masala yechimga ega yoki ega emasligini aniqlaymiz. Keltirilgan jarayonni chekli marta takrorlab, qaralayotgan masala yechimlar to'plamini, bu to'plamning qism to'plamlarini quramiz.

**Natijalar va muhokama.** Qaralayotgan masalani yechish algoritmini keltiramiz.

**1-qadam.**  $Y(x) = \{y | g_* \leq y \leq g^*, ax + By = b\}$  to'plamning bo'sh yoki bo'sh emasligini aniqlash uchun  $y^0 = g_*$ ,  $x^0 = f_*$  bo'lganda hisoblaymiz:

$\omega = b - af_* - Bg_*$  va quyidagi chiziqli programmalash masalasini (chiziqli programmalash masalasining birinchi fazasi masalasini) [11]

$$-e'y_{sv} \rightarrow \max, \quad (3)$$

$$B(i, K)y + ax + c_{i\ell+i}y_{\ell+i} = b_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (4)$$

$$g_* \leq y \leq g^*, f_* \leq x \leq f^*, 0 \leq y_{\ell+i} \leq \omega_i, \quad i = \overline{1, m}, e' = (1, 1, \dots, 1), \quad (5)$$

$$(c_{i\ell+i} = 1 \text{ agar } \omega_i \geq 0, c_{i\ell+i} = -1 \text{ agar } \omega_i < 0, \quad i = \overline{1, m})$$

boshlang'ich tayanch plan  $\{y^0, x^0, y_{i+\ell} = |\omega_i|, \quad i = \overline{1, m}; K_{op} = \{l+1, l+2, \dots, l+m\}\}$

bo'lganda adaptiv usul [17] bilan yechamiz. Agar (3)-(5) masala yechimida (optimal planida)  $y_{sv} = (y_{i+\ell}, \quad i = \overline{1, m})$  noldan farqli bo'lsa, u holda masalani yechish algoritmini to'xtatamiz:  $\forall x \in X, Y(x) = \emptyset$ . Aks holda 2-qadamga o'tamiz.

**2-qadam.**

$$\begin{cases} x \rightarrow \max \text{ (yoki } -x \rightarrow \max) \\ By + ax = b, \\ g_* \leq y \leq g^*, f_* \leq x \leq f^* \end{cases} \quad (6)$$

masalani boshlang'ich plan  $y^0, x^0$  bo'lganda adaptiv usul [17] bilan yechamiz. Yechimni  $y^0, x^0$  orqali belgilaymiz.  $\beta = x^0, S_1 = \emptyset$  deb olamiz va 3-qadamga o'tamiz.

**3-qadam.** Biror  $d' \neq 0$  vektorda

$$\begin{cases} d' y \rightarrow \max, \\ By = b - Ax^0, \\ g_* \leq y \leq g^* \end{cases} \quad (7)$$

masalani boshlang'ich plan  $y^0$  bo'lganda adaptiv usul [17] bilan yechamiz va 4-qadamga o'tamiz.

**4-qadam.** (7) masala yechimida va bu yechimni identifikatsiya qiladigan  $K_{op}$  tayanchda

$$S = \{x | g_*(K_{op}) \leq y(K_{op}) \leq g^*(K_{op}), f_* \leq x \leq f^*\} \quad (8)$$

to'plamni quramiz (tengsizlikni yechamiz), bu yerda

$$y(K_{op}) = [B(I, K_{op})]^{-1} [b(I) - B(I, K_n)y(K_n) - ax]$$

va bu  $S$  to'plamning chap (o'ng) chegarasini  $\alpha, S_1 := S_1 \cup S$  deb olamiz. Agar  $\alpha = f_*$  bo'lsa yoki barcha  $x \in S$  uchun

$$g_*(K_{op}) \leq [B(I, K_{op})]^{-1} [b(I) - B(I, K_n)y(K_n) - ax] \leq g^*(K_{op})$$

qat'iy tengsizliklar bajarilsa, masalani yechish algoritmini to'xtatamiz.  $S_1$  qaralayotgan masalaning yechimlar to'plami, esa  $S$  bo'ladi. Aks holda 5-qadamga o'tamiz.

**5-qadam.**

$$K_{kr} = \{k \in K_{op} | y_{k*} = g_k^* \vee g_{*k}\}$$

to'plamni ( $y_k = g_k^*$  va  $y_k = g_{*k}$  o'rinli bo'ladigan  $k$  «ikki» marta kiritiladi) tuzamiz.  $K_{kr}$  to'plamdan biror  $k_o \in K_{kr}$  elementni olamiz va

$$\Delta\delta_{k_o} = -1, \text{ agarda va } y_{k_o} = g_{*k_o}, \Delta\delta_{k_o} = 1, \text{ agarda } y_k = g_{k_o}^*,$$

$$\Delta\delta_k = 0, k \in K_{kr} \setminus k_o \text{ deb olib, quyidagilarni hisoblaymiz:}$$

$$\Delta\delta'(K_n) = \Delta\delta'(K_{op}) [B(I, K_{op})]^{-1} B(I, K_n)$$

$$\sigma_k = \begin{cases} -\frac{\Delta_k}{\Delta\delta_k}, \text{ agar } k \in K_n^+ \text{ bilan } \Delta\delta_k < 0 \text{ yoki } k \in K_n^- \text{ bilan } \Delta\delta_k > 0, \\ \infty, \text{ agar } k \in K_n^+ \text{ bilan } \Delta\delta_k \geq 0 \text{ va } k \in K_n^- \text{ bilan } \Delta\delta_k \leq 0, k \in K_n. \end{cases}$$

$$K_n^+ = \{k \in K_n | \Delta_k \geq 0\}, K_n^- = \{k \in K_n | \Delta_k \leq 0\}, K_n = K_n^+ \cup K_n^-, K_n^+ \cap K_n^- = \emptyset$$

$$\Delta'(K) = d'(K_{op}) [B(I, K_{op})]^{-1} B(I, K) - d'(K)$$

$\sigma_{k_*} = \min_{k \in K_{on}} \sigma_k, K_* = \{k \in K_n | \sigma_{k_*} = \sigma_k, \sigma_{k_*} < \infty\}$  to'plamni quramiz. Agar

$K_* = \emptyset$  bo'lsa,  $k_o$  elementni  $K_{kr}$  to'plamdan chiqaramiz. Aks holda har bir  $\bar{k} \in K_*$

uchun  $K_{op}^* = (K_{op} \cup \bar{k}) \setminus k_o$  to'plamlarni quramiz. Bu to'plamlardan va  $K_{op}$  dan  $K_{op}^p$  to'plamni quramiz.  $k_o$  elementni  $K_{kr}$  to'plamdan chiqaramiz. Qulaylik uchun hosil

bo'lgan to'plamni yana  $K_{kr}$  bilan belgilaymiz. Biror  $k_o \in K_{kr}$  elementni tanlab,

yuqorida keltirilgan jarayonni takrorlaymiz va yangi  $K_{op}^*$  to'plamlar bo'lsa, ularni  $K_{op}^p$  to'plamga qo'shamiz. Agar  $K_{kr} = \emptyset$  bo'lsa, biror  $K_{op}^{**} \in K_{op}^p$  uchun yuqorida keltirilgan jarayonni takrorlaymiz va yangi  $K_{op}^*$  to'plamlar bo'lsa, ularni  $K_{op}^p$  to'plamga qo'shamiz. Barcha  $K_{op}^{**} \in K_{op}^p$  lar uchun (8) ga asosan  $S$  to'plamlarni tuzamiz. Tuzilgan  $S$  to'plamlarning barchasining quvvati birga teng yoki birdan kattalari bo'lib, chap (o'ng) chegarasi  $\beta$  dan katta (kichik) bo'lsa, masalani yechish jarayonini to'xtatamiz. Aks holda quvvati birdan katta bo'lgan  $S$  to'plam, unga mos tayanchni qulaylik uchun  $K_{op}$  deb belgilab, 4-qadamga o'tamiz.

**1-misol.** Parametrlari

$$f_* = -10, f^* = 10, g'_* = (0; 0; 0; 0; 0), \quad g^{*'} = (6; 7; 100; 100; 100),$$

$$a = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 4 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$$

bo'lgandagi masalani qaraymiz.

**1-qadam.**

$Y(x) = \{y | g_* \leq y \leq g^*, ax + By = b\}$  to'plamning bo'sh yoki bo'sh emasligini aniqlash uchun  $y^{0'} = g'_* = (0, 0, 0, 0, 0)$ ,  $x^0 = f_* = -10$  bo'lganda hisoblaymiz:  $\omega = b - af_* - Bg_* = (14, 10, 25)$  va quyidagi chiziqli programmalash masalasini (chiziqli programmalash masalasining birinchi fazasi masalasini)

$$-y_6 - y_7 - y_8 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x - y_1 + y_2 + y_3 + y_6 = 4, \\ -x + y_1 + y_2 + y_4 + y_7 = 10, \\ 2x + y_1 - y_2 + y_5 + y_8 = 5, \\ (-10, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) \leq (x, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8) \\ \leq (10; 6; 7; 100; 100; 100; 14; 0; 25) \end{cases}$$

boshlang'ich plan  $(-10; 0; 0; 0; 0; 0; 14; 0; 25)$  bo'lganda yechamiz. Bu masalaning yechimi  $(-10; 0; 0; 14; 0; 25; 0; 0; 0)$ . 2-qadamga o'tamiz.

**2-qadam.**

$$x \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned} -y_1 + y_2 + y_3 + x &= 4 \\ y_1 + y_2 + y_4 - x &= 10 \\ y_1 - y_2 + y_5 + 2x &= 5 \\ 0 &\leq y_1 \leq 6 \\ 0 &\leq y_2 \leq 7 \\ 0 &\leq y_i \leq 100, i = \overline{3, 5} \\ -10 &\leq x \leq 10 \end{aligned}$$

masalani  $\bar{y}' = (0, 0, 14, 0, 25, -10)$  boshlang'ich plan va tayanch  $K_{op} = \{2, 4, 6\}$  bo'lganda yechamiz:

$$K_n = \{1, 3, 5\},$$

$$[B(I, K_{op})]^{-1} = \begin{pmatrix} 2/3 & 0 & -1/3 \\ -1/3 & 1 & 2/3 \\ 1/3 & 0 & 1/3 \end{pmatrix}$$

$$\Delta'(K_n) = (0, 0, 1) \begin{pmatrix} 2/3 & 0 & -1/3 \\ -1/3 & 1 & 2/3 \\ 1/3 & 0 & 1/3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 2 \end{pmatrix} - (0, 0, 0) = (0, 1/3, 1).$$

Optimallik kriteriysi bajarilmaydi

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= 0; y_1 = 0; \\ \Delta_3 &= \frac{1}{3}; y_3 = 14 > 0; \\ \Delta_5 &= 1; y_5 = 25 > 0. \end{aligned}$$

$\chi$  psevdoplanni quramiz  $\chi_1 = 0, \chi_3 = 0, \chi_5 = 0,$

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ x_4 \\ x_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2/3 & 0 & -1/3 \\ -1/3 & 1 & 2/3 \\ 1/3 & 0 & 1/3 \end{pmatrix} \left( \begin{pmatrix} 4 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right) = \begin{pmatrix} 1 \\ 12 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Pseudoplan  $\chi' = (0,1,0,12,0,3)$  masalaning plani bo'lgani uchun optimallik kriteriyasi bajariladi. Demak  $x$  parametrning maksimal qiymati 3 ekan.

### 3-qadam.

$$\begin{aligned} -y_1 &\rightarrow \max \\ -y_1 + y_2 + y_3 &= 1 \\ y_1 + y_2 + y_4 &= 13 \\ y_1 - y_2 + y_5 &= -1 \\ 0 &\leq y_1 \leq 6 \\ 0 &\leq y_2 \leq 7 \\ 0 &\leq y_i \leq 100, i = \overline{3,5} \end{aligned}$$

masalani boshlang'ich plan  $y = (0,1,0,12,0)$  bo'lganda adaptiv usul bilan [5,6]  $K_{op} = \{2,3,4\}$  boshlang'ich tayanchda yechamiz. Bu masalaning yechimi  $y = (0,1,0,12,0)$  bo'ladi, optimal plani aniqlaydigan tayanch  $K_{op} = \{2,3,4\}$ , baholar vektori  $\Delta' = (1,0,0,0,0)$  va bu yechimda (8) formulaga asosan  $S$  to'plamni aniqlash uchun tengsizliklarni tuzamiz:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \left( \begin{pmatrix} 4 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix} x \right) = \begin{pmatrix} 2x - 5 \\ 9 - 3x \\ 15 - x \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 2x - 5 \\ 9 - 3x \\ 15 - x \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 7 \\ 100 \\ 100 \end{pmatrix}, -10 \leq x \leq 3.$$

Bu tengsizliklarning yechimi  $5/2 \leq x \leq 3$  kesmadan iborat.

Demak,  $S = [5/2, 3]$ .  $x$  parametrning  $[5/2, 3]$  kesmadagi qiymatlarida qaralayotgan masalaning yechimi quyidagicha aniqlanadi:

$$y_1 = 0; y_2 = 2x - 5; y_3 = 9 - 3x; y_4 = 15 - x; y_5 = 0.$$

$$S_1 = [5/2, 3].$$

### 4-qadam.

$$K_{kr} = \{2, 3\}$$

to'plamni tuzamiz, chunki  $y_2 = (2 * \frac{5}{2} - 5 = 0)$ ,  $y_3 = (9 - 3 * 3 = 0)$ .

$k_0 = 2, \Delta\delta_2 = 1, \Delta\delta_3 = \Delta\delta_4 = 0$  deb olib, quyidagilarni hisoblaymiz:

$$(\Delta\delta_1, \Delta\delta_5) = (-1, -1), \sigma_1 = 1, \sigma_5 = 0.$$

$k_* = 5, K_{op}^2 = \{2,3,4\} \setminus \{2\} \cup \{5\} = \{3,4,5\}$ . Yangi tayanchga mos baholar vektori

$\Delta' = (1,0,0,0,0)$ .  $k_0 = 3, \Delta\delta_2 = 0, \Delta\delta_3 = 1, \Delta\delta_4 = 0$  deb olsak,

$(\Delta\delta_1, \Delta\delta_5) = (0,1), \sigma_1 = \infty, \sigma_5 = \infty$  bo'ladi. Aslida  $k_0 = 3$   $x$  parametrning 3 qiymatiga mos kelganligi, 3 o'ng chegara bo'lganligi uchun qaralmasa ham bo'lar edi.

$y_1 = 0; y_2 = 0$  deb olib  $S$  to'plamni tuzamiz

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 4 - x \\ -10 + x \\ 5 - 2x \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \\ 100 \end{pmatrix}, -10 \leq x \leq 3.$$

$$S = [-10, 5/2].$$

to'plamni quramiz (tengsizlikni yechamiz).  $x$  parametrning  $[-10, 5/2]$  kesmadagi qiymatlarida qaralayotgan masalaning yechimi quyidagicha aniqlanadi:

$$y_1 = 0; y_2 = 0; y_3 = 4 - x; y_4 = -10 + x; y_5 = 5 - 2x.$$

$S$  to'plamning chap chegarasi -10 bo'lgani uchun  $S_1 := S_1 \cup S$  deb olamiz va masalani yechish jarayonini to'xtatamiz.

**2-misol.** Parametrlari

$$f_* = -5, f^* = 15, g_* = (0; 0; 0; 0; 0), g^* = (5; 4; 100; 100; 100),$$

$$a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 15 \end{pmatrix}$$

bo'lgan masalani qaraymiz.

Keltirilgan algoritmdan foydalanib,  $x$  parametrning  $[-5,4]$  kesmadagi qiymatlarida masala yechimga ega va bu yechim

$$y_1 = 4 - x, y_2 = 0; y_3 = 1, y_4 = 0, y_5 = 19$$

ko'rinishida bo'lishini hosil qilamiz.

**Xulosa.** Ishda kesmada berilgan parametrta bog'liq bo'lgan maxsus chiziqli tengsizliklar sistemasining yechimlarini qurish masalasi qaralgan. Qaralayotgan masalani chiziqli programmalash masalasini yechishning adaptiv usuli yordamida yechish algoritmi ishlab chiqilgan va keltirilgan.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ayupov Sh.A., Omirov B.A., Xudoyberdiyev A.X., Haydarov F.H. Algebra va sonlar nazariyasi. Toshkent: 2019. 319 b.
2. Черникова Н. В. Алгоритм для нахождения общей формулы неотрицательных решений системы линейных уравнений. - Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1964, том 4, номер 4. – С. 733–738.
3. Черникова Н. В. Алгоритм для нахождения общей формулы неотрицательных решений системы линейных неравенств. - Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1965, том 5, номер 2. - 334–337.
4. Черников С.Н. Линейные неравенства. - Москва: Наука, 1968. - 488 с.
5. Motzkin T.S., Schoenberg G. J. The relaxation method for linear inequalities//Canad. J. Math. 1954. V.6. P.393-404
6. Burger E. Über homogene lineare Ungleichungssysteme//Z. Angew. Math. Und Mech. 1956. V. 36, N ¾. P. 135-139.
7. Ерохин В.И., Тамасян Г.Ш., Степенко Н.А. Ускоренный фейеровский процесс поиска неотрицательного решения системы линейных алгебраических уравнений//Труды института математики и механики УрО РАН, 2025, Т. 31, №3 (Online First)
8. Габасов Р. , Кириллова Ф.М. Методы оптимизации. - Мн.: Издательство БГУ, 1981. - 350 с.
9. Голиков А.И., Евтушенко Ю.Г., Капорин И.Е. Метод ньютоновского типа для решения систем линейных уравнений и неравенств // Ж. вычисл. матем. и матем. физики. 2019. Т. 59. № 12. - С. 2086–2101.
10. Севостьянов Е. Н., Лепчинский М. Г. Алгоритм нахождения неотрицательного решения системы линейных уравнений// Челябинский физико-математический журнал. 2016. Т. 1, вып. 2. - С. 68–77.
11. Габасов Р. И др. Методы оптимизации. - Минск: Изд-во «Четыре четверти». 2011. 472 с.
12. Габасов Р., Кириллова Ф.М., Костюкова О.И., Ракецкий В.М. Конструктивные методы оптимизации. Ч.4. Выпуклые задачи. -Минск: Университетское. 1987. - 223 с.
13. Маматов А. Р. Алгоритм решения одной игры двух лиц с передачей информации // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2006. Т. 46, № 10. С. 1784–1789.
14. Маматов А.Р. Алгоритм решения одной игровой задачи со связанными переменными // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2023. – № 2(47). – С. 150-159.
15. Mamatov A. R. Algorithm for Solving the Problem of the First Phase in a Game Problem with Arbitrary Situations//The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics, 2024, vol. 48, pp. 3–20. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2024.48.3>
16. Mamatov A.R. Ixtiyoriy vaziyatli o'yin masalasini yechish algoritmi // QarDU xabarlari, 2024, 3(2), 101-107 betlar
17. Габасов Р., Кириллова Ф. М., Тятюшкин А. И. Конструктивные методы оптимизации. Ч. 1. Линейные задачи. - Минск: Университетское, 1984. - 214 с.

**О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ НАГРУЖЕННОГО УРАВНЕНИЯ МКДФ ПЯТОГО ПОРЯДКА В КЛАССЕ БЫСТРОУБЫВАЮЩИХ ФУНКЦИЙ****Хоитметов У.А.**

Ургенчский государственный университет

д.ф.-м.н., доцент

[x\\_umid@mail.ru](mailto:x_umid@mail.ru)**Атажанова Р.Б.**

Ургенчский государственный университет

[atajanovaruxiya168@gmail.com](mailto:atajanovaruxiya168@gmail.com)

ORCID 0009-0009-6090-7126

УДК 517.957

**Аннотация.** В данной работе рассматривается аналитическое исследование задачи Коши, связанной с нагруженным модифицированным уравнением Кортевега-де Фриза пятого порядка. Особенностью изучаемой математической модели является наличие нагруженных коэффициентов, зависящих от искомой функции, а также анализ в пространстве быстроубывающих функций, где решение стремится к нулю экспоненциально при удалении от начала координат. Основным методом, использованным для решения поставленной задачи, является метод обратной задачи рассеяния, позволяющий установить точную динамику данных рассеяния для соответствующей спектральной задачи, связанной с оператором Дирака. В работе доказано, что эволюция этих данных рассеяния тесно связана с временным поведением потенциала оператора Дирака, который представляет собой решение рассматриваемого уравнения. Полученные результаты расширяют класс интегрируемых нелинейных эволюционных уравнений и способствуют более глубокому пониманию влияния нагруженных членов на развитие уединённых волн в неклассических физических моделях.

**Ключевые слова.** Модифицированные уравнения Кортевега-де Фриза пятого порядка, решения Йоста, данные рассеяния, интегральное уравнение Гельфанда-Левитана-Марченко.

**BESHINCHI TARTIBLI YUKLANGAN MODIFITSIRLANGAN  
KORTEVEG-DE FRIZ TENGLAMASI UCHUN KOSHI MASALASINI TEZ  
KAMAYUVCHI FUNKSIYALAR SINFIGA YECHISH HAQIDA**

**Аннотация.** Ushbu maqolada beshinchi tartibli yuklangan modifitsirlangan Korteveg-de Friz tenglamasi bilan bog'liq bo'lgan Koshi masalasining analitik tadqiqi ko'rib chiqiladi. O'rganilayotgan matematik modelning xususiyati shundaki, u izlanayotgan funktsiya orqali ifodalangan yuklangan koeffitsiyentli hadlarini o'z ichiga oladi hamda tahlil tez kamayuvchi funktsiyalar fazosida olib boriladi, bunda yechim koordinatalar boshidan uzoqlashgan sari eksponensial tarzda nolga intiladi. Qo'yilgan masalani hal qilishda asosiy vosita sifatida sochilish nazariyasining teskari masalalari usuli qo'llaniladi, bu esa Dirak operatoriga bog'liq bo'lgan spektral masala uchun sochilish nazariyasi berilganlarining aniq dinamikasini aniqlash imkonini beradi. Maqolada ushbu sochilish nazariyasi berilganlarining evolyutsiyasi Dirak operatori potensialining vaqtga bog'liq harakati bilan chambarchas bog'liq ekani isbotlanadi. Olingan natijalar integrallanadigan nochiziqli evolyutsion tenglamalar sinfini kengaytiradi va noan'anaviy fizik modellar doirasida yakkalangan to'liqlarning rivojlanishiga yuklangan hadlarning ta'sirini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi.

**Калит so'zlar.** Beshinchi tartibli modifitsirlangan Korteveg-de Friz tenglamasi, Yost yechimlari, sochilish nazariyasining berilganlari, Gelfand-Levitan-Marchenko integral tenglamasi.

**Введение.** Среди наиболее известных нелинейных эволюционных уравнений особое место занимает модифицированное уравнение Кортевега-де Фриза (мКДФ) [8], а также его многочисленные обобщения [1, 6 и др.], описывающие более сложные физические явления. Уравнения типа мКДФ, обладающие расширенной структурой за счет включения дополнительных членов, активно используются для анализа широкого спектра физических явлений. В работе [4] показано их

применение для моделирования граничных волн в двухслойных жидкостях с переменной глубиной, где неоднородность среды существенно влияет на дисперсионные свойства. Другой пример связан с изучением ионно-акустических солитонов в однородной плазме [7], где уравнение позволяет выявить условия устойчивости таких квазичастичных возбуждений. В биомеханике они используются для моделирования пульсовых волн в эластичных артериальных стенках при деформациях, вызванных кровотоком [10], что открывает возможности для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

В контексте изучения поверхностных волн малой амплитуды в каналах с плавно изменяющимися геометрическими параметрами и ненулевой завихренностью в работе [9] рассматривается обобщенное уравнение мКдФ пятого порядка, имеющее следующий вид:

$$u_t + 30u^4 u_x + 10u_x^3 + 40uu_x u_{xx} + 10u^2 u_{xxx} + u_{xxxxx} + \beta(t)u_x = 0.$$

Важным результатом данного исследования стало доказательство интегрируемости уравнения в смысле условия Пенлеве, а также построение семейства многосолитонных решений с использованием модифицированного варианта метода Хироты, что открывает возможности для детального анализа нестационарных волновых процессов в неоднородных средах [9].

В работе Нахушева [5] представлено самое общее определение нагруженного уравнения, а также проведена подробная классификация различных видов нагруженных уравнений. В литературе под нагруженными дифференциальными уравнениями понимают уравнения, коэффициенты или правая часть которых содержат некоторые функционалы от решения, в частности, значения самого решения или его производных на многообразиях меньшей размерности [3, 5].

В данном исследовании рассматривается нагруженное модифицированное уравнение Кортевега–де Фриза пятого порядка следующего вида:

$$u_t + P_0(u(x_0, t))(30u^4 u_x + 10u_x^3 + 40uu_x u_{xx} + 10u^2 u_{xxx} + u_{xxxxx}) + P_1(u(x_1, t))u_x = 0 \quad (1)$$

где  $P_0(u(x_0, t))$  и  $P_1(u(x_1, t))$  – некоторые многочлены от  $u(x, t)$  и её частных производных по  $x$  и  $t$  в точках  $x_0$  и  $x_1$  соответственно.

Изучение уравнения (1) проводится с учётом начального условия

$$u(x, 0) = u_0(x). \quad (2)$$

При этом функция  $u_0(x)$  ( $-\infty < x < \infty$ ) обладает следующими свойствами:

$$1) e^{2\varepsilon|x|} |u_0(x)| \leq C(1+|x|)^{-1-\eta}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon > 0$ ,  $\eta > 0$  и  $C > 0$  положительные константы;

$$2) \text{ Оператор } L(0) = i \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} & -u_0(x) \\ -u_0(x) & -\frac{d}{dx} \end{pmatrix} \text{ имеет ровно } N \text{ простых}$$

собственных значений  $\xi_1(0), \xi_2(0), \dots, \xi_N(0)$  расположенных в верхней комплексной полуплоскости и не имеет спектральных особенностей.

Предположим, что функция  $u(x, t)$  обладает требуемой гладкостью и достаточно быстро стремится к своим пределам при  $x \rightarrow \pm\infty$ , т.ч.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{2\varepsilon|x|} \left( \sum_{k=0}^5 \left| \frac{\partial^k u(x, t)}{\partial x^k} \right| \right) dx < \infty. \quad (4)$$

Основной целью работы является получение представлений для решения  $u(x, t)$ , задачи (1)-(4) в рамках метода обратной задачи рассеяния для оператора

$$L(t) = i \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} & -u(x,t) \\ -u(x,t) & -\frac{d}{dx} \end{pmatrix}.$$

**Методология исследования.** Рассмотрим следующую система уравнений Дирака

$$\begin{cases} v_{1x} + i\xi v_1 = u_0(x)v_2, \\ v_{2x} - i\xi v_2 = -u_0(x)v_1, \end{cases} \quad (5)$$

на всей оси  $(-\infty < x < \infty)$ , с потенциалом  $u_0(x)$  удовлетворяющим условию (3).

Видно, что с помощью оператора  $L(0)$  и вектор-функции  $v = (v_1, v_2)^T$  систему (5) можно переписать в виде  $L(0)v = \xi v$ . Система уравнений (5) допускает решения Йоста, асимптотическое поведение которых задаётся следующим образом:

$$\begin{aligned} \varphi(x, \xi) &\sim \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-i\xi x}, \quad \tilde{\varphi}(x, \xi) \sim \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix} e^{i\xi x}, \quad \text{Im } \xi = 0, \quad x \rightarrow -\infty; \\ \psi(x, \xi) &\sim \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{i\xi x}, \quad \tilde{\psi}(x, \xi) \sim \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-i\xi x}, \quad \text{Im } \xi = 0, \quad x \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (6)$$

При действительных  $\xi$ , пары вектор-функций  $\{\varphi, \tilde{\varphi}\}$  и  $\{\psi, \tilde{\psi}\}$  являются парами линейно независимых решений для системы уравнений (5). Поэтому имеют место следующие соотношения

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= a(\xi)\tilde{\psi} + b(\xi)\psi, \\ \tilde{\varphi} &= -\bar{a}(\xi)\psi + \bar{b}(\xi)\tilde{\psi} \end{aligned} \right\} \text{ и } \left. \begin{aligned} \psi &= -a(\xi)\tilde{\varphi} + \bar{b}(\xi)\varphi, \\ \tilde{\psi} &= \bar{a}(\xi)\varphi + b(\xi)\tilde{\varphi} \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

$$a(\xi) = W\{\varphi, \psi\}, \quad b(\xi) = W\{\tilde{\psi}, \varphi\}, \quad |a(\xi)|^2 + |b(\xi)|^2 = 1, \quad \bar{a}(\xi) = a(-\xi), \quad \bar{b}(\xi) = b(-\xi).$$

Коэффициенты  $a(\xi)$  и  $b(\xi)$  непрерывны для  $\text{Im } \xi = 0$  и удовлетворяют асимптотическим равенствам:

$$a(\xi) = 1 + O(|\xi|^{-1}), \quad b(\xi) = O(|\xi|^{-1}), \quad |\xi| \rightarrow \infty. \text{ Функцию } \psi(x, \xi) \text{ можно}$$

представить следующим образом:

$$\psi(x, \xi) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{i\xi x} + \int_x^\infty \mathbf{K}(x, s) e^{i\xi s} ds, \quad (8)$$

где  $\mathbf{K}(x, s) = (K_1(x, s) \quad K_2(x, s))^T$ . В представлении, приведённом в (8), ядро  $\mathbf{K}(x, s)$  не зависит от переменной  $\xi$ , и при этом справедливо соотношение  $u(x) = -2K_1(x, x)$ . Функция  $a(\xi)$  ( $\bar{a}(\xi)$ ) аналитически продолжается в верхнюю (нижнюю) полуплоскость и имеет там конечное число нулей  $\xi_k$  ( $\bar{\xi}_k$ ), причём  $\xi_k$  ( $\bar{\xi}_k$ ) является собственным значением оператора  $L(0)$ , так что верны следующие равенства

$$\varphi(x, \xi_k) = C_k \psi(x, \xi_k), \quad \tilde{\varphi}(x, \xi_k) = \bar{C}_k \tilde{\psi}(x, \bar{\xi}_k), \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

**Определение**

1.

Набор

величин

$\left\{ r^+(\xi) = \frac{b(\xi)}{a(\xi)}, \quad \xi_k, \text{Im } \xi_k > 0, \quad C_k, \quad k = \overline{1, N} \right\}$  называется данными рассеяния для

оператор  $L(0)$ .

Компоненты ядра  $\mathbf{K}(x, y)$  в представлении (8) для  $y > x$  являются

решениями системы интегральных уравнений Гельфанда-Левитана-Марченко

$$\begin{cases} K_2(x, y) + \int_x^\infty K_1(x, s)F(s+y)ds = 0, \\ -K_1(x, y) + F(x+y) + \int_x^\infty K_2(x, s)F(s+y)ds = 0, \end{cases}$$

где  $F(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} r^+(\xi) e^{i\xi x} d\xi - i \sum_{j=1}^N C_j e^{i\xi_j x}$ . Заметим, что векторные функции

$$h_n(x) = (\dot{a}(\xi_n))^{-1} \frac{d}{d\xi} (\varphi - C_n \psi) \Big|_{\xi=\xi_n}, \quad n = \overline{1, N},$$

являются решениями уравнений  $L(0)h_n = \xi_n h_n$ . Кроме того, функции  $h_n(x)$  имеют следующую асимптотику

$$h_n \sim -C_n \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{i\xi_n x} \text{ при } x \rightarrow -\infty, \quad h_n \sim \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-i\xi_n x} \text{ при } x \rightarrow \infty. \quad (9)$$

Согласно (9), получаем следующее равенство

$$W\{\varphi_n, h_n\} \equiv \varphi_{n1} h_{n2} - \varphi_{n2} h_{n1} = -C_n, \quad n = 1, 2, \dots, N. \quad (10)$$

**Теорема 1 ([2], §6.2).** Данные рассеяния оператора  $L$  позволяют единственным образом восстановить оператор  $L$ .

**Обсуждения и результаты.** Пусть потенциал  $u(x, t)$  в системе уравнений

$$\begin{cases} y'_{1x}(x, \xi, t) + i\xi y_1(x, \xi, t) = u(x, t) y_2(x, \xi, t) \\ y'_{2x}(x, \xi, t) - i\xi y_2(x, \xi, t) = -u(x, t) y_1(x, \xi, t) \end{cases} \quad (11)$$

является решением уравнения

$$u_t + P_0(u(x_0, t))(30u^4 u_x + 10u_x^3 + 40uu_x u_{xx} + 10u^2 u_{xxx} + u_{xxxx}) = G(x, t), \quad (12)$$

где  $G(x, t) = -P_1(u(x_1, t))u_x$ . Операторы  $L(t)$  и

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \quad (13)$$

где

$$a_{11} = P_0(u(x_0, t))(16i\xi^5 - 8i\xi^3 u^2 + 6i\xi u^4 + 4i\xi uu_{xx} - 2i\xi u_x^2), \quad a_{22} = -P_0(u(x_0, t))a_{11}$$

$$a_{12} = P_0(u(x_0, t))(-16\xi^4 u - 8i\xi^3 u_x + 8\xi^2 u^3 + 4\xi^2 u_{xx} + 12i\xi u^2 u_x + 2i\xi u_{xxx} - 6u^5 - 10u^2 u_{xx} - 10uu_x^2 - u_{xxxx}), \quad (14)$$

$$a_{21} = P_0(u(x_0, t))(16\xi^4 u - 8i\xi^3 u_x - 8\xi^2 u^3 - 4\xi^2 u_{xx} + 12i\xi u^2 u_x + 2i\xi u_{xxx} + 6u^5 + 10u^2 u_{xx} + 10uu_x^2 + u_{xxxx}),$$

удовлетворяют соотношению Лакса

$$[L(t), A] \equiv L(t)A - AL(t) = i \begin{pmatrix} 0 & P_0(u(x_0, t))(-30u^4 u_x - 10u_x^3) \\ P_0(u(x_0, t))(-30u^4 u_x - 10u_x^3) & 0 \end{pmatrix} + iP_0(u(x_0, t)) \begin{pmatrix} 0 & -40uu_x u_{xx} - 10u^2 u_{xxx} - u_{xxxx} \\ -40uu_x u_{xx} - 10u^2 u_{xxx} - u_{xxxx} & 0 \end{pmatrix}.$$

Поэтому уравнение (12) можно переписать в виде

$$L_t(t) + [L(t), A] = iR, \quad (15)$$

где  $R = \begin{pmatrix} 0 & -G \\ -G & 0 \end{pmatrix}$ . Дифференцируя равенство  $L(t)\varphi = \xi\varphi$ , относительно  $t$ ,

получаем  $L_t(t)\varphi + L(t)\varphi_t = \xi\varphi_t$ , которое согласно (15) можно переписать в виде

$$(L(t) - \xi)(\varphi_t - A\varphi) = -iR\varphi.$$

Используя метод вариации постоянных, можно записать

$$\varphi_t - A\varphi = B(x)\psi + D(x)\varphi. \quad (16)$$

Тогда для определения  $B(x)$  и  $D(x)$  получаем

$$MB_x\psi + MD_x\varphi = -R\varphi, \quad (17)$$

где  $M = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ . Для решения уравнения (17) удобно ввести следующие

обозначения  $\hat{\varphi} = (\varphi_2 \quad \varphi_1)^T$ ,  $\hat{\psi} = (\psi_2 \quad \psi_1)^T$ . Согласно определению вронскиана, выполняются следующие равенства:

$$\hat{\psi}^T M \varphi = -\hat{\varphi}^T M \psi = a, \quad \hat{\psi}^T M \psi = \hat{\varphi}^T M \varphi = 0.$$

Умножая (17) на  $\hat{\varphi}^T$  и  $\hat{\psi}^T$  получаем

$$B_x = a^{-1} \hat{\varphi}^T R \varphi, \quad D_x = -a^{-1} \hat{\psi}^T R \varphi. \quad (18)$$

Согласно (13) и (14), при  $x \rightarrow -\infty$  имеем

$$\varphi_t - A\varphi \rightarrow \begin{pmatrix} 16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) & 0 \\ 0 & -16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-i\xi x} = \begin{pmatrix} 16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) \\ 0 \end{pmatrix} e^{-i\xi x},$$

поэтому, исходя из (16), получаем следующее равенство

$$D(x) \rightarrow -16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)), \quad B(x) \rightarrow 0, \quad \text{при } x \rightarrow -\infty.$$

Следовательно, из (18) можно определить

$$D(x) = -a^{-1} \int_{-\infty}^x \hat{\psi}^T R \varphi dx - 16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)), \quad B(x) = a^{-1} \int_{-\infty}^x \hat{\varphi}^T R \varphi dx.$$

Таким образом, равенство (16) имеет следующий вид

$$\varphi_t - A\varphi = a^{-1} \int_{-\infty}^x \hat{\varphi}^T R \varphi dx \cdot \psi + \left( -a^{-1} \int_{-\infty}^x \hat{\psi}^T R \varphi dx - 16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) \right) \varphi. \quad (19)$$

Согласно (7), равенство (19) можно переписать в следующем виде

$$a_t \bar{\psi} + b_t \psi - A(a_t \bar{\psi} + b_t \psi) = a^{-1} \int_{-\infty}^x \hat{\varphi}^T R \varphi dx \cdot \psi + \left( -16i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) - a^{-1} \int_{-\infty}^x \hat{\psi}^T R \varphi dx \right) (a_t \bar{\psi} + b_t \psi).$$

Переходя в последнем равенстве к пределу при  $x \rightarrow +\infty$  и учитывая (6), (13) и (14), получаем

$$a_t = - \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{\psi}^T R \varphi dx, \quad b_t = a^{-1} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{\varphi}^T R \varphi dx - b a^{-1} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{\psi}^T R \varphi dx - 32i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) b. \quad (20)$$

Следовательно, при  $\text{Im} \xi = 0$  имеем

$$\frac{dr^+}{dt} = -32i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) r^+ - a^{-2} \int_{-\infty}^{+\infty} G(\varphi_1^2 + \varphi_2^2) dx. \quad (21)$$

**Лемма 1** Если вектор-функции  $\varphi(x, \xi, t) = ((\varphi_1(x, \xi, t) \quad \varphi_2(x, \xi, t)))^T$ ,  $\psi(x, \xi, t) = ((\psi_1(x, \xi, t) \quad \psi_2(x, \xi, t)))^T$  являются решением уравнения (11), то их компоненты удовлетворяют следующим равенствам

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(\varphi_1^2 + \varphi_2^2) dx = 2i\xi P_1(u(x_1, t)) a(\xi, t) b(\xi, t), \quad (22)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(\varphi_1 \psi_1 + \varphi_2 \psi_2) dx = 0. \quad (23)$$

**Доказательство.** Для доказательства леммы вычислим следующий интеграл, используя равенства (6) и (7):

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(\varphi_1^2 + \varphi_2^2) dx = -P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} u_x (\varphi_1^2 + \varphi_2^2) dx = -P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (\varphi_1^2 + \varphi_2^2) du =$$

$$\begin{aligned}
& 2P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (u\varphi_1\varphi_1' + u\varphi_2\varphi_2') dx = -P_1(u(x_1, t))u(\varphi_1^2 + \varphi_2^2) \Big|_{-\infty}^{+\infty} \\
& + P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} u(\varphi_1^2 + \varphi_2^2)' dx = 2P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} [(-\varphi_2' + i\xi\varphi_2)\varphi_1' + (\varphi_1' + i\xi\varphi_1)\varphi_2'] dx = \\
& = 2i\xi P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (\varphi_1\varphi_2)' dx = 2i\xi P_1(u(x_1, t))a(\xi, t)b(\xi, t).
\end{aligned}$$

Аналогичным образом доказывается справедливость тождества (23).

В силу (21) и (22) имеем следующее равенство

$$\frac{dr^+(\xi, t)}{dt} = \left( -32i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) - 2i\xi P_1(u(x_1, t)) \right) r^+(\xi, t).$$

Теперь на основании соотношений (20) и (23) справедливо равенство  $a_t = 0$ . Согласно последнему соотношению можно получить следующее соотношение

$$\frac{d\xi_k(t)}{dt} = 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (24)$$

Дифференцируя уравнение  $\varphi_n = C_n \psi_n$  по  $t$  и учитывая соотношения (24), получаем следующую формулу

$$\frac{\partial \varphi_n}{\partial t} = \frac{dC_n}{dt} \psi_n + C_n \frac{\partial \psi_n}{\partial t}. \quad (25)$$

Аналогично случаю непрерывного спектра в случае дискретного спектра получаем следующее равенство

$$\frac{\partial \varphi_n}{\partial t} - A\varphi_n = \left( -\frac{1}{C_n} \int_{-\infty}^x \hat{\varphi}_n^T R \varphi_n dx \right) h_n + \left( \frac{1}{C_n} \int_{-\infty}^x \hat{h}_n^T R \varphi_n dx - 16i\xi_n^5 P_0(u(x_0, t)) \right) \varphi_n,$$

который является аналогом равенства (19). Согласно (25), последнее равенство можно переписать в следующем виде

$$\begin{aligned}
& \frac{dC_n}{dt} \psi_n + C_n \frac{\partial \psi_n}{\partial t} - C_n A \psi_n = \\
& = \left( -\frac{1}{C_n} \int_{-\infty}^x \hat{\varphi}_n^T R \varphi_n dx \right) h_n + \left( \frac{1}{C_n} \int_{-\infty}^x \hat{h}_n^T R \varphi_n dx - 16i\xi_n^5 P_0(u(x_0, t)) \right) C_n \psi_n. \quad (26)
\end{aligned}$$

Опираясь на соотношения (6) и (11), можно установить следующее тождество:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \hat{\varphi}_n^T R \varphi_n dx = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\varphi_{n1}^2 + \varphi_{n2}^2) dx = 0.$$

Переходя в равенстве (26) к пределу при  $x \rightarrow +\infty$ , с учетом (6), (9), (10), (13), (14) и последнее равенство получаем следующие соотношения

$$\frac{dC_n}{dt} = \left( -32i\xi_n^5 P_0(u(x_0, t)) + \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{h}_n^T R \psi_n dx \right) C_n.$$

Таким образом, мы имеем следующие тождества

$$\frac{dC_n}{dt} = \left( -32i\xi_n^5 P_0(u(x_0, t)) - \int_{-\infty}^{+\infty} G(h_{n1}\psi_{n1} + h_{n2}\psi_{n2}) dx \right) C_n, \quad n = \overline{1, N}. \quad \dots(27)$$

**Лемма 2.** Если вектор-функции

$$\psi_n(x, \xi_n, t) = \begin{pmatrix} \psi_{n1}(x, \xi_n, t) \\ \psi_{n2}(x, \xi_n, t) \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad h_n(x, \xi_n, t) = \begin{pmatrix} h_{n1}(x, \xi_n, t) \\ h_{n2}(x, \xi_n, t) \end{pmatrix}$$

являются решениями уравнения (11), то их компоненты удовлетворяют следующему

равенству:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(h_{n1}(x, \xi_n, t)\psi_{n1}(x, \xi_n, t) + h_{n2}(x, \xi_n, t)\psi_{n2}(x, \xi_n, t))dx = 2i\xi_n P_1(u(x_1, t)). \quad (28)$$

**Доказательство.** Используя лемму 1 и равенств (5), (9) вычислим следующий интеграл:

$$\begin{aligned} & \int_{-\infty}^{+\infty} G(h_{n1}(x, \xi_n, t)\psi_{n1}(x, \xi_n, t) + h_{n2}(x, \xi_n, t)\psi_{n2}(x, \xi_n, t))dx \\ &= -P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} u_x (h_{n1}(x, \xi_n, t)\psi_{n1}(x, \xi_n, t) + h_{n2}(x, \xi_n, t)\psi_{n2}(x, \xi_n, t))dx \\ &= -P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (h_{n1}\psi_{n1} + h_{n2}\psi_{n2}) du = -P_1(u(x_1, t))u(h_{n1}\psi_{n1} + h_{n2}\psi_{n2})|_{-\infty}^{+\infty} \\ & \quad + P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (uh'_{n1}\psi_{n1} + uh_{n1}\psi'_{n1} + uh'_{n2}\psi_{n2} + uh_{n2}\psi'_{n2}) dx = \\ &= -P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} ((-\psi'_{n2} + i\xi_n\psi_{n2})h'_{n1} + (-h'_{n2} + i\xi_nh_{n2})\psi'_{n1}) dx - \\ & \quad - P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (h'_{n2}(\psi'_{n1} + i\xi_n\psi_{n1}) + \psi'_{n2}(h'_{n1} + i\xi_nh_{n1})) dx \\ &= i\xi_n P_1(u(x_1, t)) \int_{-\infty}^{+\infty} (h_{n1}\psi_{n2} + h_{n2}\psi_{n1})' dx = 2i\xi_n P_1(u(x_1, t)). \end{aligned}$$

Значит, согласно (27) и (28), имеем

$$\frac{dC_n}{dt} = -(32i\xi_n^5 P_0(u(x_0, t)) + 2i\xi_n P_1(u(x_1, t)))C_n(t).$$

Таким образом, нами доказана следующая теорема.

**Теорема 2.** Если функция  $u(x, t)$  является решением задачи (1)-(4), то данные рассеяния оператора  $L(t)$  с потенциалом  $u(x, t)$  меняются по  $t$  следующим образом:

$$\begin{aligned} & \frac{d\xi_n}{dt} = 0, \quad n = \overline{1, N}, \\ & \frac{dr^+(\xi, t)}{dt} = -(32i\xi^5 P_0(u(x_0, t)) + 2i\xi P_1(u(x_1, t)))r^+(\xi, t), \quad \text{Im } \xi = 0, \\ & \frac{dC_n(t)}{dt} = (-32i\xi_n^5 P_0(u(x_0, t)) - 2i\xi_n P_1(u(x_1, t)))C_n(t). \end{aligned}$$

Полученные равенства полностью определяют эволюцию данных рассеяния, что позволяет применить метод обратной задачи рассеяния для решения задачи Коши (1)-(4).

**Заключения.** Настоящее исследование посвящено анализу задачи Коши для нагруженного модифицированного уравнения Кортевега-де Фриза пятого порядка в классе быстроубывающих функций. Полученные результаты обладают широкой областью применения: они могут быть использованы для углубления исследований в теории солитонов, анализа волновых процессов на мелководье, моделирования нелинейной динамики волн в оптических волокнах и других задачах, связанных с распространением сложных возмущений. Это обусловлено тем, что модифицированное уравнение Кортевега-де Фриза служит универсальной математической моделью, позволяющей описывать разнообразные нелинейные явления в физике, инженерии и смежных научных дисциплинах, включая процессы с переменными параметрами и сингулярными взаимодействиями.

**Список использованной литературы**

1. Chen F., Zhang H.-Q. Rogue waves on the periodic background in the higher-order modified Korteweg-de Vries equation // *Modern Physics Letters B*. 2020. 2150081.
2. Додд Р., Эйлбек Дж., Гиббон Дж., Моррис Х. Солитоны и нелинейные волновые уравнения. - М: Мир, 1988.
3. Hoitmetov U.A. Integration of the loaded general Korteweg-de Vries equation in the class of rapidly decreasing complex-valued functions // *Eurasian Math. J.* 2022. Vol. 13. Issue 2. pp. 43–54.
4. Liu F.Y., Gao Y.T., Yu X., Ding C.C., Deng G.F., Jia T.T. Painlevé analysis, Lie group analysis and soliton-cnoidal, resonant, hyperbolic function and rational solutions for the modified Korteweg-de Vries-Calogero-Bogoyavlenskii-Schiff equation in fluid mechanics/plasma physics // *Chaos Solitons Fractals*. 2021. Vol. 144. 110559.
5. Нахушев А.М. Уравнения математической биологии. - М.: Высшая школа. 1995. - 301 с.
6. Ntiamoah D., Ofori-Atta W., Akinyemi L. The higher-order modified Korteweg-de Vries equation: Its soliton, breather and approximate solutions // *Journal of Ocean Engineering and Science*. 2024. Vol. 9. P. 554–565.
7. Seadawy A.R., Iqbal M., Lu D. Propagation of kink and anto-kink waves solitons for the nonlinear damped modified Korteweg-de Vries equation arising in ion-acoustic wave in an unmagnetized collisional dusty plasma // *Phys. A*. 2020. Vol. 544. 123560.
8. Wadati M. The exact solution of the modified Korteweg-de Vries equation // *J. Phys. Soc. Japan*. 1972. V. 32. P. 1681.
9. Wazwaz A.M. Two new integrable modified KdV equations, of third-and fifth-order, with variable coefficients: Multiple real and multiple complex soliton solutions // *Waves in Random and Complex Media*. 2021. Vol. 31. P. 867–878.
10. Yang Y., Song F.X., Yang H.W. Pulse wave propagation in a deformable artery filled with blood: an analysis of the fifth-order mKdV equation with variable coefficients // *Waves in Random and Complex Media*. 2021. Vol. 34. 2061.

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ****доц. Уроков К.Х.**

Каршинский государственный университет

[uroqov74@mail.ru](mailto:uroqov74@mail.ru)

ORCID 0009-0001-1714-4073

УДК 621.383

**Аннотация.** В данной статье подробно рассматриваются результаты макро- и микроструктурных исследований исходных заготовок, а также полуфабрикатов, полученных по различным технологическим схемам. Особое внимание уделяется сравнению структурных характеристик материалов в зависимости от условий их получения и обработки. Образцы для микроструктурного анализа изготавливались по стандартной методике, что позволило обеспечить достоверность и воспроизводимость полученных данных. В процессе анализа микроструктуры исследовались такие важные параметры, как однородность размеров зерен, их вытянутость и ориентация, степень текстурованности материала. Кроме того, фиксировалось наличие посторонних включений, микропор и микротрещин, оказывающих существенное влияние на эксплуатационные свойства заготовок и полуфабрикатов. Полученные результаты позволяют сделать вывод о влиянии технологических режимов на формирование структуры материала, а также обосновать пути дальнейшего совершенствования производственного процесса с целью повышения качества и надежности готовой продукции.

**Ключевые слова:** полуфабрикат, темплет, идентор, микротвёрдость, пруток, алмазная пирамида, структура, деформация, инструменты.

**QIYIN ERIYDIGAN METALLAR MEXANIK XOSSALARI VA STRUKTURASINI TAHLIL QILISH USULLARI**

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada dastlabki namunalar hamda turli texnologik sxemalar asosida olingan yarim tayyor mahsulotlarning makro va mikrostrukturaviy tadqiqotlari natijalari batafsil yoritilgan. Asosiy e'tibor materiallarning olinishi va qayta ishlanishi sharoitlariga qarab ularning struktura xususiyatlarini taqqoslashga qaratilgan. Mikrotuzilma tahlili uchun namunalar standart metodika asosida tayyorlangan bo'lib, bu olingan ma'lumotlarning ishonchligi va qayta

ishlab chiqilish imkoniyatini ta'minladi. Tahlil jarayonida donlarning o'lcham jihatidan bir xilligi, ularning cho'zilganlik darajasi va yo'nalishi, materialning teksturalanish darajasi kabi muhim ko'rsatkichlar o'rganildi. Shuningdek, aralashmalar, mikroq'ovaklar va mikroyoriqlar mavjudligi ham qayd etildi, chunki ular zagotovka va yarim tayyor mahsulotlarning ekspluatatsion xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqot natijalari texnologik rejimlarning material tuzilishiga ta'sirini aniqlash, shuningdek, tayyor mahsulot sifatini va ishonchligini oshirish maqsadida ishlab chiqarish jarayonini takomillashtirish yo'llarini asoslash imkonini berdi.

**Kalit so'zlar:** yarim tayyor mahsulot, shablon, uchlik, mikroqattiqlik, g'olacha, olmos piramidasi, struktura, deformatsiya, asboblari.

**Введение.** Макро и микроструктурные исследования исходных заготовок, а также полуфабрикатов по всем технологическим схемам (рис. 2.4) [1] проводили по обычной методике [1.2]. Образцы для микроструктурного анализа изготавливали следующим образом: вырезанные темплеты подвергали механической шлифовке, используя суспензию из мелкодисперсной окиси алюминия в щелочном растворе красной кровяной соли, затем проводили электрополировку в концентрированном растворе серной кислоты в течение 3 мин. и травление.

Просмотр шлифов и фотосъемку проводили на микроскопе «МИМ-8М» при увеличении в 200 и 300 раз.

В ходе анализа микроструктуры оценивали ее однородность размеров и вытянутость зерен, текстурованность, наличие примесей, микропор и микротрещин.

**Методы.** Измерение микротвердости структурных составляющих молибдена и ниобия в работе проводилось на приборе ПМТ-3 при нагрузке 100 г по ГОСТу 9450-60 [2.3]. Идентором служила алмазная пирамида с квадратным основанием правильной четырехгранной формы с углом при вершине между противоположными гранями пирамиды. При испытаниях на микротвердость поверхность алмазной пирамиды и испытываемая поверхность образца должны быть сухими.

После вдавливания идентора (рис. 1) под указанной нагрузкой в чистую плоскую поверхность на ней остается маленький квадратный отпечаток. Измерив с помощью микроскопа ее диагонали  $d_1$  и  $d_2$  находили среднее арифметическое их:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}; \quad (1)$$

Величина твердости  $H_m$  представляет собой частное от деления нагрузки на условную площадь боковой поверхности полученного отпечатка

$$F \cdot H_m = \frac{P}{F}; \quad \text{отсюда } F = \frac{d^2}{2 \sin 68^\circ} = \frac{d^2}{1,854}; \quad \text{то}$$

$$H = \frac{1,854P}{d^2} \text{ кг/мм}^2 \quad (2)$$

где:  $P$  - нагрузка на пирамиду, кг;  $d$  - среднее арифметическое длин обеих диагоналей отпечатка после снятия нагрузки.

При испытании на микротвердость величину нагрузки выбирали таким образом, чтобы диагональ отпечатка была не менее чем в 1,5 раза меньше толщин исследуемого материала; глубина отпечатка должна быть меньше толщины испытываемого материала не менее чем в 10 раз.

Продолжительность выдержки под нагрузкой составила 6 сек.

Механические свойства исходных заготовок и прутков, полученных прессованием, продольной прокаткой, ротационной и радиальной ковкой оценивали по показателям пластичности ( $\delta\%$ ,  $\varphi\%$ ) и прочностным характеристикам ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ).

Механические испытания на растяжение (ГОСТ 1497-73) цилиндрических образцов проводили на вакуумной разрывной машине, состоящей из испытательной

системы, вакуумной системы, нагревательного устройства и измерительной системы /14/. Схема установки приведена на рис. 2.

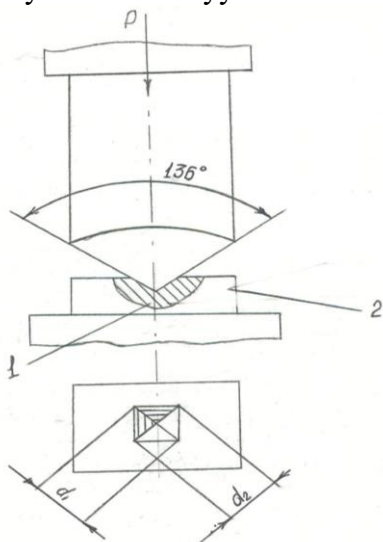
Установка состоит из испытательной машины, вакуумной камеры, включающей вакуумную, нагревательную и силоизмерительную системы, а также приборы для регулирования и контроля температуры, пульт управления установки.

**Результаты исследования.** Испытательная машина обеспечивает: сохранение герметичности всех систем при перемещениях захватов машины; центрирование образца благодаря наличию сильфона и равномерный нагрев по сечению и длине благодаря рациональной установке нагревателя из листового тантала в камере. Температура образца контролируется вольфрамрениевой термопарой.

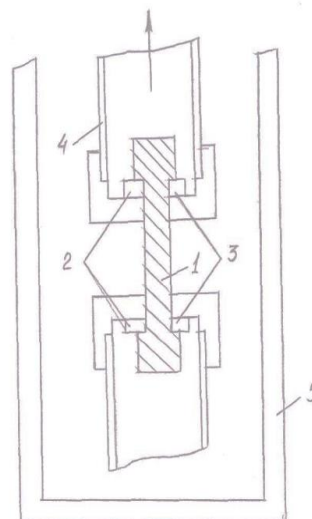
Нагружение происходит через редуктор и червячную передачу, скорость деформирования можно регулировать в пределах 0,1-2 мм/мин.

Для охлаждения установки и узлов нагревателя предусмотрена наружная водяная рубашка, что обеспечивает температуру на наружном корпусе не более 35<sup>0</sup>С.

Испытанию на растяжение подвергали образцы из вакуумплавленных молибдена и ниобия, спеченного порошкового молибдена при различных температурах в условиях вакуума 1.10<sup>-4</sup> МПа.



**Рис - 1. Схема испытания на микротвердость.**  
1-алмазная пирамида, 2-объект испытания.



**Рис - 2. Схема установки для испытания образцов на растяжение в вакууме.**  
1-образец для механических испытаний на растяжений, 2-сухарики, 3-кулачки, 4-тяги, 5-нагреватель.

Показатель напряженного состояния материала  $K_{ж}$  определяли как среднее значение [3.4]:

$$K_{ж} = \frac{1}{L_{\rho}} \int_0^l \frac{\delta}{T} d\Delta \quad (3)$$

$$\text{Здесь: } \frac{\delta}{T} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left(1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{d}{R}\right)$$

где: R - радиус закругления образца по шейке d после разрушения.

В связи с разбросом экспериментальных данных механических испытаний и определенных на их основе  $L_{\rho}$  и  $K_{ж}$  математическую обработку результатов проводили по методу наименьших квадратов [4.5].

**Выводы.** Для сравнительного анализа эффективности существующих и предлагаемых технологических схем производства прутков малого диаметра и оценки их качества проведены макро и микроструктурные исследования, а также использованы различные методы исследования механических и технологических свойств.

### Литература

1. Тилавов Ю.С. Разработка и внедрение малоотходной технологии производства прутков из молибдена и ниобия.- Дисс. На соискание ученой степени кандидата технических наук.-М.:1994.285 с.
2. Колмогоров Г.Л. Михайлов В.Г. и др. Гидропрессование трудно-деформируемых тугоплавких металлов и сплавов.-М.:Металлургия. 1991. 144с.
3. А.П.Коликов, Ю.С.Тилавов и другие. Математическая модель термонапряженного состояния технологического инструмента при труднодеформируемых материалов. Деп. ВИНТИ № 5. 1994
4. А.П.Коликов, И.А. Левицкий, Ю.С.Тилавов и другие. Математическая модель теплообмена и термонапряженного состояния в системе заготовка - рабочей инструмент при обработке туго плавких металлов. Изд. Вузов. Чёрная металлургия – 1194, № 9.
5. В.Г. Михайлов, Г.И.Новожинов, Ю.С.Тилавов и другие. Исследование процесса высокотемпературного гидропрессования тугоплавких металлов. Известия вузов «Чёрная металлургия» 1994. № 1, с. 42-44.
6. А.А.Вардияшвили, Ю.С.Тилавов. К.Х.Уроков. Анализ результатов расчёта параметров температурного и термонапряжённого состояния в системе заготовка-инструмент при радиальной ковке. Научно-технический журнал ФерПИ 2020. Том 24. № 5, с.213-216.
7. Ю.С.Тилавов, К.Х.Уроков, Н.С.Элмуродов. Расчёт температурного поля в заготовках при деформации на радиально-обжимных машинах. Инновацион технологиялар илмий-техник журнал. КарМШИ. Махсус сон. 2021, с.140-146.
8. Ю.С. Тилавов, А.А. Вардияшвили, К.Х. Уроков. Исследование технологических схем и процессов производства прутков малого диаметра. Научно-технический журнал ФерПИ. 2021., Том 25. №5. с. 191-195.

### G‘OVAK MUHITDA GAZ VA NEFTNI FILTRLASH JARAYONI MASALALARINI YECHISH VA ALGORITMLARINI TAHLIL QILISH

**Nazirova Elmira Shodmonovna**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, professor

[elmira\\_nazirova@mail.ru](mailto:elmira_nazirova@mail.ru)

ORCID 0000-0003-1554-3852

**Eshqarayeva Narxol G‘uzarovna**

Qarshi davlat universiteti, dotsent

[1970narxol@gmail.com](mailto:1970narxol@gmail.com)

ORCID 0009-0002-0830-0406

**Xujamurotova Mashxura G‘ayrat qizi**

Qarshi davlat universitet, doktorant

[mashxuraxujamurotova@gmail.com](mailto:mashxuraxujamurotova@gmail.com)

ORCID 0009-0004-3104-6893

UDK 51:621.72+665.551.1(045)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada g‘ovak muhitlarda bir qatlamli va ko‘p qatlamli gazning nostatsionar filtratsiya jarayonlari matematik modellar asosida o‘rganilgan hamda hisoblash algoritmlari ishlab chiqilgan. Gaz sanoatining rivojlanishi va gaz konlarini samarali o‘zlashtirishda matematik modellashtirish muhim ahamiyat kasb etib, real tajribalarni o‘tkazishga sarflanadigan vaqt va mablag‘ni sezilarli darajada qisqartiradi. Tadqiqotda gaz va neft konlarining asosiy parametrlarini aniqlash, qatlamlarning filtratsion xossalarni baholash, shuningdek, bosim taqsimotini tahlil qilish uchun chekli ayirmalar usuli, kvazichizikli va iteratsion usullar qo‘llanilgan. Kompyuter modellashtirish asosida turli konfiguratsiyadagi rezervuarlar uchun 2D va 3D grafik ko‘rinishdagi natijalar olingan. O‘tkazilgan hisoblash tajribalari g‘ovak muhitlarda gaz oqimini chuqur o‘rganish, konlarni samarali boshqarish va prognozlashda amaliy ahamiyat kasb etishi bilan dolzarbdir.

**Kalit soʻzlar:** Matematik model, algoritm, dastur, sonli usullar, koʻp qatlamli, qatlam, chekli ayirmalar usuli.

### **SOLVING PROBLEMS AND ANALYZING ALGORITHMS OF GAS AND OIL FILTERING PROCESSES IN POROUS ENVIRONMENTS**

**Abstract.** This article investigates the nonstationary filtration processes of single-layer and multilayer gas in porous media based on mathematical modeling, and develops corresponding computational algorithms. In the development of the gas industry and the efficient exploitation of gas fields, mathematical modeling plays a crucial role, as it significantly reduces the time and costs required for real experimental studies. The research focuses on determining the main parameters of gas and oil reservoirs, evaluating the filtration properties of layers, as well as analyzing pressure distribution by applying the finite difference method, quasi-linear approaches, and iterative techniques. Using computer simulation, two-dimensional and three-dimensional graphical results were obtained for reservoirs with various configurations. The conducted numerical experiments provide deeper insights into gas flow in porous media and have practical significance for the efficient management, design, and forecasting of gas field development.

**Keywords:** Mathematical model, algorithm, program, numerical methods, multilayer, dynamic communication, weakly conductive layer, finite difference method.

**Kirish.** Hozirgi kunda gaz sanoati xalq xoʻjaligining muhim tarmoqlaridan biri boʻlib, tabiiy yonuvchi gazlar sanoat va kundalik hayotda keng qoʻllaniladi. Mamlakatning yoqilgʻi balansida tabiiy gazning ulushi tobora ortib bormoqda. Gazdan foydalanish texnologik jarayonlarning samaradorligini oshirish, mehnat unumdorligini yuksaltirish va moddiy ishlab chiqarish sohasida resurslardan samarali foydalanishni taʼminlashda muhim omil hisoblanadi. Gaz konlarini oʻzlashtirish va ulardan oqilona foydalanish murakkab filtratsion jarayon boʻlib, uni real vaqtda tadqiq qilish juda katta mablagʻ va vaqt talab qiladi. Shu sababdan ushbu jarayonni matematik va sonli modellar asosida tadqiq qilish, kompyuterli modellashtirish va dasturiy mahsulotlar ishlab chiqib ilmiy tadqiq qilish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Gʻovak muhitda gazning filtratsiya jarayoni, gaz parametrlarining turli qiymatlari hamda filtratsiya maydonining turli konfiguratsiyalari uchun kompyuterda bir qator hisoblash tajribalari olib borilmoqda "Ikkita oʻzaro dinamik bogʻlangan gaz va neft konlaridagi qatlam tizimi uchun matematik model hamda uni echish usullari adabiyotlarda batafsil yoritilgan boʻlib, ushbu maqolada keng foydalanilgan. Maqolada oddiy differensial tenglamalar tizimlari uchun Koshi masalalarini echishning chegaraviy masalalari, shuningdek, elliptik tipdagi tenglamalar sistemalari, parabolik va giperbolik tipdagi tenglamalar uchun boshlangʻich va chegara shartlari bilan masalalarni echish, hamda elliptik tipdagi operatorlar uchun oʻzaro qiymat masalalari koʻrib chiqilgan [1].

Maqolada koʻrib chiqilayotgan har bir masalada yuzaga keladigan klassik tenglamalarni echishning raqamli usullarini qurishni koʻrsatish, asosiy gʻoyalar va tushunchalarni berish, shuningdek, amaliyotda yuzaga keladigan muammolarni hal qilish uchun zarur boʻlgan baʼzi tadqiqot koʻnikmalarini berishdir. Monografiyada algoritmlarning konstruksiyalari va ayrim tadqiqotlari bayon etilgan, sonli usullarni qoʻllash shartlari shakllantirilgan va ularga qisqacha tavsif berilgan. Ammo matematik modelni qurish shartlarini (dastlabki maʼlumotlarni spetsifikatsiya xatosi, muammo echimlarining mavjudligi va oʻziga xosligi va boshqalar) hisobga olmasdan hal qilish usullari haqida gapirish mumkin emas. Shu bilan birga, masalaning har bir mashina echimi matematik yoki fizik model tenglamalarining echimi emas, shuning uchun kitobda mashinalarda olingan hisoblash natijalarini tahlil qilishning baʼzi masalalari koʻrib chiqilgan va echimning toʻgʻriligini tekshirish boʻyicha baʼzi tavsiyalar berilgan.[2]

Maqolada mahsuldor qatlamlardan gaz qazib olishni koʻpaytirish va tadqiqot obyektining asosiy koʻrsatkichlarini aniqlash maqsadida gaz konlarini oʻzlashtirishning dolzarb muammosi koʻrib chiqilgan. Sust oʻtkazuvchan qatlamlarga ega boʻlgan bir jinsli boʻlmagan uch qatlamli gʻovak muhitda gaz filtratsiyasi jarayonining matematik modeli

va ularning dinamik aloqasi ko'rib o'tilgan. Ushbu murakkab jarayonni sonli modellashtirishda chekli ayirmalar usuli, kvazichiziqli usul va iteratsion usullardan foydalanilgan[4].

**Tadqiqot metodologiyasi.** G'ovakli muhitda statsionar bo'lmagan gazni filtrlash jarayonining matematik modeli parabolik tipdagi chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi va quyidagi chegaraviy masalada yoziladi.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{k(x,y)h(x,y)}{\mu} \frac{\partial P^2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{k(x,y)h(x,y)}{\mu} \frac{\partial P^2}{\partial y} \right) = 2amh(x,y) \frac{\partial P}{\partial t} - Q \quad (1)$$

$$npu(x,y) \in G, \quad (2)$$

$$P(x,y) = P_H(x,y) \quad npu \quad t=0, \quad (x,y) \in G; \quad (3)$$

$$-\frac{k(x,y)h(x,y)}{\mu} \frac{\partial P(x,y,t)}{\partial n} = \alpha(P_A - P) \quad npu \quad (x,y) \in \Gamma, \quad (4)$$

$$\oint_{s_{i_q}} \frac{k(x,y)h(x,y)}{\mu} \frac{P}{P_{am}} \frac{\partial P}{\partial n} ds = -q_{i_q}(t) \quad npu \quad (x,y) \in s_{i_q}, \quad i_q = 1, 2, \dots \quad (5)$$

Bu yerda:

$P_A$  – atmosfera bosimi;  $P$  – qatlamdagi bosim;  $\mu$  – gaz qovushqoqligi;  $m$  – qatlam qovushqoqlik koeffitsienti;  $a$  – gaz to'yinganligi;  $\delta$  – Dirak delta funksiyasi.

(1)- masalani sonli yechish uchun avval quyidagi formulalar yordamida o'lchamsiz o'zgaruvchilarga o'tkazilgan:

$$x^* = \frac{x}{L}; \quad k^* = \frac{k}{k_x}; \quad h^* = \frac{h}{h_x}; \quad P^* = \frac{P}{P_x}; \quad \tau = \frac{P_x k_x t}{2a\mu L^2};$$

Bunda  $k_x$ ,  $h_x$ ,  $P_x$  mos ravishda qatlam o'tkazuvchanligi, quvvati va bosimning ma'lum kattalikdagi qiymatlari.  $L$  – qatlam uzunligi.

U holda (1)-(4) masalani o'lchamsiz ko'rinishda yozish mumkin. "\*" ni qoldirib, uni quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( kh \frac{\partial P^2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( kh \frac{\partial P^2}{\partial y} \right) = h \frac{\partial P}{\partial \tau} \quad npu \quad (x,y) \in G, \quad (6)$$

$$P(x,y,t_0) = P_H(x,y) \quad npu \quad t=0, \quad (x,y) \in G, \quad (7)$$

$$-k(x,y)h(x,y) \frac{\partial P(x,y,t)}{\partial n} = \alpha(P_A - P) \quad npu \quad (x,y) \in \Gamma, \quad (8)$$

$$\oint_{s_{i_q}} k(x,y)h(x,y)P \frac{\partial P}{\partial n} ds = -q_{i_q}(t) \quad npu \quad (x,y) \in s_{i_q} \quad i_q = 1, 2, \dots \quad (9)$$

(6)-(9) masala nochiziqli differensial tenglama yordamida tasvirlanganligi sababli uni yechish uchun chekli ayirma usulidan foydalaniladi.

Differensial muammodan  $G+\Gamma$  filtrlashning farq domeniga o'tish uchun uni quyidagi tarzda tuzilgan tarmoq domeni bilan bog'lanadi:

$$\Omega_{xy\tau_k} = \left\{ (x_i = i\Delta h_x, y_j = j\Delta h_y, \tau_k = k \Delta \tau); \quad i = \overline{1, N_j}; \quad j = \overline{1, M_i}, \quad k = \overline{0, N_\tau}, \quad \Delta \tau = \frac{1}{N_\tau} \right\},$$

Bu yerda

$N_j$  –  $y_j$  o'qidagi tugunlar soni;  $M_i$  –  $x_i$  o'qidagi tugunlar soni;

$\Delta h_x$ ,  $\Delta h_y$  – qadamlar soni.

Keyin tenglamalar sohasida qisman differentsial tenglama (6) uchun ishlatiladigan va filtrlash jarayonini tavsiflovchi  $x$  o'zgaruvchisiga nisbatan o'zgaruvchan yo'nalishlar

sxemasi  $\tau+0.5$  vaqt bosqichi uchun quyidagi farq munosabati bilan almashtirilishi mumkin:

$$\frac{\bar{P}_{i,j} - \hat{P}_{i,j}}{\Delta\tau/2} = \frac{T_{i-0.5,j}\bar{P}_{i-1,j}^2 - (T_{i-0.5,j} + T_{i+0.5,j})\bar{P}_{i,j}^2 + T_{i+0.5,j}\bar{P}_{i+1,j}^2}{\Delta h_x^2} + \frac{T_{i,j-0.5}\hat{P}_{i,j-1}^2 - (T_{i,j-0.5} + T_{i,j+0.5})\hat{P}_{i,j}^2 + T_{i,j+0.5}\hat{P}_{i,j+1}^2}{\Delta h_y^2} - \delta_{i,j}q_{i,j}. \quad (10)$$

Bu yerda

$$T_{i-0.5,j} = \frac{k_{i-0.5,j}h_{i-0.5,j}}{\mu}, \quad T_{i+0.5,j} = \frac{k_{i+0.5,j}h_{i+0.5,j}}{\mu},$$

$$T_{i,j-0.5} = \frac{k_{i,j-0.5}h_{i,j-0.5}}{\mu}, \quad T_{i,j+0.5} = \frac{k_{i,j+0.5}h_{i,j+0.5}}{\mu}.$$

Ko‘rinib turibdiki, bosim funksiyasiga nisbatan hosil bo‘lgan farq tenglamalari chiziqli emas. Shuning uchun yechim uchun nochiziqli atamalarni kvazichiziqli usuliga asoslangan iterativ usul [5.98] qo‘llaniladi. Bu usulga ko‘ra (9) farq tenglamasining chiziqli bo‘lmagan hadlari quyidagi ko‘rinishda ifodalangan:

$$\psi(P) \equiv \psi(\tilde{P}) + (P - \tilde{P}) \frac{\partial \psi(\tilde{P})}{\partial P} \quad (11)$$

$\tilde{P}$  - bosim funksiyaning taqribiy qiymati.

$P^2 \approx 2\tilde{P}P - \tilde{P}^2$  bu foymuladan foydalanib quyidagi ifoda yoziladi:

$$2T_{i-0.5,j}\tilde{P}_{i-1,j}\bar{P}_{i-1,j} - \left[ 2(T_{i-0.5,j} + T_{i+0.5,j})\tilde{P}_{ij} + \frac{\Delta h_x^2}{\Delta\tau/2} \right] \bar{P}_{ij} + 2T_{i+0.5,j}\tilde{P}_{i+1,j}\bar{P}_{i+1,j} =$$

$$= \left[ T_{i-0.5,j}\tilde{P}_{i-1,j}^2 - (T_{i-0.5,j} + T_{i+0.5,j})\tilde{P}_{ij}^2 + T_{i+0.5,j}\tilde{P}_{i+1,j}^2 \right] -$$

$$- \frac{\Delta h_x^2}{\Delta h_y^2} \left[ T_{ij-0.5}\hat{P}_{ij-1}^2 - (T_{ij-0.5} + T_{ij+0.5})\hat{P}_{ij}^2 + T_{ij+0.5}\hat{P}_{ij+1}^2 \right] - \frac{\Delta h_x^2}{\Delta\tau/2} \hat{P}_{ij} - \delta_{i,j}q_{i,j}.$$

Bunda ,

$\bar{P}_{i-1,j}, \bar{P}_{i,j}, \bar{P}_{i+1,j}$  - vaqt qatlamidagi bosim funksiyasining qiymatlari;

$P_{i-1,j}, P_{i,j}, P_{i+1,j}$  - bosim funksiyasining taqribiy qiymatlari;

$\hat{P}_{i,j-1}, \hat{P}_{i,j}, \hat{P}_{i,j+1}$  -  $r$  - vaqt qatlamidagi bosim funksiyasining qiymatlari.

Bu yerdan  $r+0.5$  -vaqt qatlami uchun quyidagi uch nuqtali farq tenglamalari olingan:

$$\begin{cases} (3\gamma - 2\Delta h_x L\alpha)\bar{P}_{0,j} + 4\gamma\bar{P}_{1,j} - \gamma\bar{P}_{2,j} = 2\Delta h_x \alpha LP_A, \\ a_i\bar{P}_{i-1,j} - b_i\bar{P}_{i,j} + c_i\bar{P}_{i+1,j} = -d_i \quad \text{npu } i = 1, 2, \dots, N_j - 1, \\ (3\gamma - 2\Delta h_x L\alpha)\bar{P}_{N_j,j} + 4\gamma\bar{P}_{N_j-1,j} - \gamma\bar{P}_{N_j-2,j} = -2\Delta h_x \alpha LP_A; \end{cases} \quad (12)$$

Bu yerda  $a_i = 2T_{i-0.5,j}\tilde{P}_{i-1,j}$ ,  $b_i = a_i + c_i - \frac{\Delta h_x^2}{\Delta\tau/2}$ ,  $c_i = 2T_{i+0.5,j}\tilde{P}_{i+1,j}$ ,

$$d_i = \frac{\Delta h_x^2}{\Delta\tau/2} \tilde{P}_{i,j} - \left[ T_{i-0.5,j}\tilde{P}_{i-1,j}^2 - (T_{i-0.5,j} + T_{i+0.5,j})\tilde{P}_{i,j}^2 + T_{i+0.5,j}\tilde{P}_{i+1,j}^2 \right] -$$

$$- \left[ T_{i,j-0.5}\hat{P}_{i,j-1}^2 - (T_{i,j-0.5} + T_{i,j+0.5})\hat{P}_{i,j}^2 + T_{i,j+0.5}\hat{P}_{i,j+1}^2 \right] - \delta_{i,j}q_{i,j}.$$

Xuddi shunday, qisman differensial tenglama  $y$  (2.21) uchun o'zgaruvchan yo'nalish sxemasidan foydalanib, biz  $r+1$ - vaqt qatlami uchun quyidagi uch nuqtali farq tenglamasini olingan:

$$\begin{cases} (3\gamma - 2\Delta h_y \alpha L) P_{i,0} + 4\gamma P_{i,1} - \gamma P_{i,2} = 2\Delta h_y \alpha L P_A, \\ a_j P_{i,j-1} - b_j P_{i,j} + c_j P_{i,j+1} = -d_j \quad \text{npu } j = 1, 2, \dots, M_i - 1, \\ (3\gamma - 2\Delta h_y \alpha L) P_{i,M_i} + 4\gamma P_{i,M_i-1} - \gamma P_{i,M_i-2} = -2\Delta h_y \alpha L P_A, \end{cases} \quad (13)$$

где  $a_j = 2T_{i,j-0.5} \tilde{P}_{i,j-1}$ ,  $b_j = a_j + c_j - \frac{\Delta h_y^2}{\Delta \tau / 2}$ ,  $c_j = 2T_{i,j+1} \tilde{P}_{i,j+1}$ ,

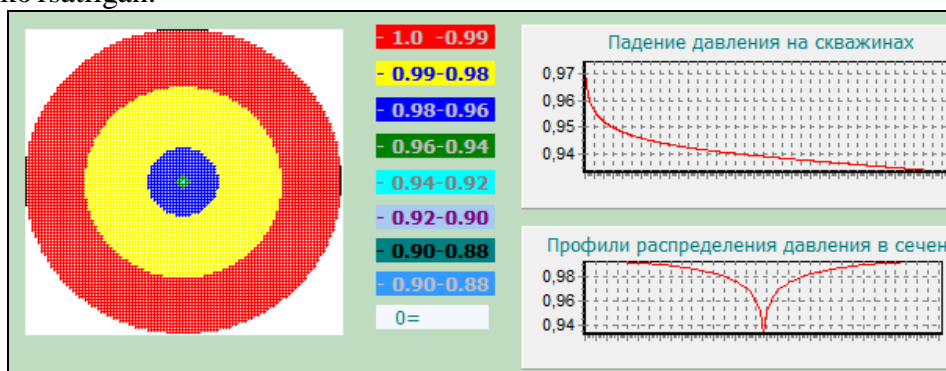
$$\begin{aligned} d_j = & \frac{\Delta h_y^2}{\Delta \tau / 2} \tilde{P}_{i,j} - \left[ T_{i,j-0.5} \tilde{P}_{i,j-1}^2 - (T_{i,j-0.5} + T_{i,j+0.5}) \tilde{P}_{i,j}^2 + T_{i,j+0.5} \tilde{P}_{i,j+1}^2 \right] - \\ & - \left[ T_{i-0.5,j} \bar{P}_{i-1,j}^2 - (T_{i-0.5,j} + T_{i+0.5,j}) \bar{P}_{i,j}^2 + T_{i+0.5,j} \bar{P}_{i+1,j}^2 \right] - \delta_{i,j} q_{i,j}. \\ \max_{i,j} | P_{i,j}^{(s)} - P_{i,j}^{(s-1)} | \leq \varepsilon, \end{aligned} \quad (14)$$

Bu  $\varepsilon$  – iteratsiyaning aniqligi, oldindan belgilangan kichik qiymat;  $s$  – iteratsiya raqami.

**Natijalar va muhokamalar.** Neft konlarining asosiy ko'rsatkichlarini o'rganish va aniqlash va kompyuterda hisoblash tajribasini o'tkazish uchun quyidagi dastlabki ma'lumotlardan foydalaniladi:

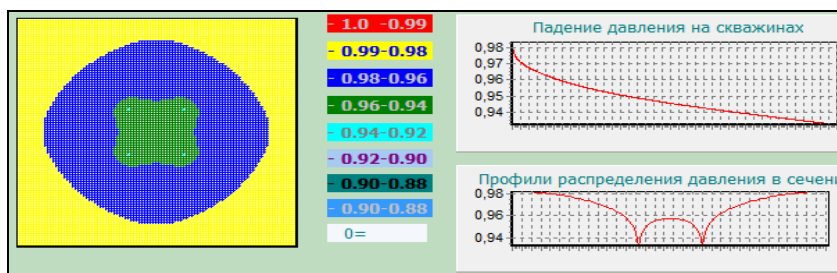
- qatlam uzunligi  $L = 10000 \text{ m}$  ;
- qatlam qalinligi  $h = 20 \text{ m}$  ;
- rezervuarining dastlabki bosimi  $P_H = 300 \text{ atm}$  ;
- qatlamning o'tkazuvchanligi  $k = 0.05 \text{ Darsi}$  ;
- qatlamning elastik sig'imi  $\beta = 2.3 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2 / \text{kgs}$  ;
- neftning yopishqoqligi  $\mu = 4 \text{ va } 8 \text{ sPz}$  .

2.1-2.6-rasmlarda turli xil neft konlari filtrlash zonalari konfiguratsiyasi uchun hisoblash natijalari ko'rsatilgan. Hisoblash natijalari kontur chizmasi, 3D chizmasi, rezervuar bosimini taqsimlash profili va vaqt o'tishi bilan alohida quduqlardagi bosimning pasayishi sifatida taqdim etiladi. 2.1-rasmda neft konini o'zlashtirishning uch yillik davri uchun markaziy quduqning dumaloq filtrlash maydoni uchun hisoblash natijalari grafik ko'rinishda ko'rsatilgan.



1-rasm. Atmosfera bosimni hisoblash natijalari  $q = 300 \text{ m}^3 / \text{sut}$

Ekranning chap tomonida tegishli bosim shkalasi bilan hisoblash sohasidagi izobarlar ko'rsatiladi. Yuqori o'ng burchakda vaqt o'tishi bilan quduq bosimining o'zgarishi grafigi ko'rsatilgan. Pastki o'ng burchakda kesmadagi bosim o'zgarishi grafigi ko'rsatilgan.



2-rasm. Olingan kvadrat maydon uchun hisoblash natijalari

**Xulosa.** Matematik model asosida algoritm va hisoblash dasturi ishlab chiqilib, uning yordamida neft va gazni g'ovak muhitda filtrlash jarayonlarini o'rganish uchun kompyuterda bir qator hisoblash tajribalari o'tkazilgan. Kompyuter modellashtirish va hisoblash tajribalarining o'tkazilishi qatlam parametrlarining har xil parametrlarida g'ovak muhitda ko'p qatlamli gaz konlarini o'zlashtirishda uning asosiy ko'rsatkichlarini aniqlashga imkon beradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Пивоварова Н.А., Чудиевич Д.А. Стандартизация, метрология и оценка соответствия в нефтегазовой отрасли: Учеб. пособие. – Астрахан. гос.техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. – 144 с.
2. И.И. Молчанов “Машинные методы решения прикладных задач дифференциальные уравнения” Киев 1988. - 343 с.
3. С.Н. Закиров, Б.Б. Лапук “Проектирование и разработка газовых месторождений”. - М.: Наука, 1974. – 376 с.
4. E.Nazirova, M. Mahmudova, A.Nematov. “Ikkinchi tartibli parabolik tipli tenglamalarga qo'yilgan chegaraviy masalani yechish algoritmi va sonli natijani vizuallashtirish dasturi” «Muhammad al-Xorazmiy avlodlari» ilmiy- amaliy va axborot-tahliliy jurnali, 3(17)/2021. -Б. 21-25
5. E.Nazirova, A.Nematov, M.Mahmudova, X.Karabayeva“ Algorithm and program for solving the gas filtration problem in dynamically interconnected porous media”// J.: “Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies”. Vol-3(13), 2022. –5p.
6. Э.Назирова, А.Нематов, М.Шукурова. “Численное моделирование задачи двухфазной филтратсии в системе нефть издается раз в год-газ”. Проблемы вычислительной и прикладной математики. №6(45) 2022.
7. Abutaliev F. B., Ismagilov I.I., Spectral algorithms of multidimensional polynomial approximation, «Matem. Mod» 8:8 (1996), 69–75.
8. Aripov M., Approximate self-similar approach for solving of the quasilinear parabolic equation. «Experimentation, Modeling and Computation in Flow, Turbulence and Combustion. Wiley». (1997): 19-26.
9. Nazirova E.Sh., Nematov A.R., M.E.Shukurova., Mathematical models and algorithms for numerical solution of the two-phase filtration problem for the "oil-gas" system in a porous medium. «Chemical technology. Control and Management» Xalqaro ilmiy-texnikaviy jurnal.2022, №4-5.-С.90-97. O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining 30 sentabr 2022 yildagi 471-sonli qarori.
10. Nazirova E.Sh, Nematov A.R, Shukurova. M. E. Numerical solution of a one-dimensional problem of two-phase filtration in the “oil-gas” system in a porous medium. «Raqamli ransformatsiyajarayoniga axborot texnologiyalarini joriy etishda ma'lumotlarni himoyalash muammolari va yechimlari» Respublika ilmiy-amaliy anjumanining ma'ruzalar to'plami. Qarshi-2022.S.233-235.

## 2,3-TRIMETILEN-3,4-DIGIDROXINAZOLIN PROTONLANGAN HOLATINING AXE FERMENTI BILAN KOMPLEKSINI MOLEKULAR DINAMIK MODELLASHTIRISH

**Alisher Yeshimbetov**

O'zR FA akademik O.S. Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti  
katta ilmiy xodim

**Jamshid Ashurov**

O'zR FA akademik O.S. Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti  
yetakchi ilmiy xodim, professor

**Burxon Elmurodov**

O'zR FA akademik S.Yu. Yunusov nomidagi O'simlik moddalari kimyosi instituti  
yetakchi ilmiy xodim, professor

**Baxtiyar Ibragimov**

O'zR FA akademik O.S. Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti, akademik  
[ealisherg@yahoo.com](mailto:ealisherg@yahoo.com)

ORCID 0000-0002-9447-9133

UDK 004.94+547.856+615.355

**Annotatsiya.** Maqolada 2,3-trimetilen-3,4-digidroxinazolin molekulasining protonlangan holati (TMX·H<sup>+</sup>) atomlari uchun AM1-BCC, Gasteiger va RESP2(0.5) zaryad taqsimotlarini qo'llagan holda atsetilxolinesteraza–TMX·H<sup>+</sup> kompleksining molekulyar dinamik (MD) modellashtirish natijalari keltirildi. MD modellashtirish ishlari Gromacs-2023 dasturida AMBER99SB-ILDN kuch maydonlari usulini qo'llagan holda amalga oshirildi. TMX·H<sup>+</sup> molekulasi uchun uch xil topologiya fayllari ACPYPE dasturida uch xil zaryad taqsimotlarini kiritgan holda hisoblab topildi. Ushbu MD izlanishlar natijalari AXE–TMX·H<sup>+</sup> kompleksi o'rtacha kvadratik og'ish (RMSD) grafigi orqali baholanib, ion (kation) holatdagi birikmalarni MD modellashtirish ishlarida AM1-BCC va RESP2(0.5) zaryad taqsimotlariga nisbatan Gasteiger zaryad taqsimotini qo'llash maqsadga muvofiq ekanligi ko'rsatildi. Shuningdek, modellashtirish davomida ligand oqsil faol markazida ayrim aminokislota qoldiqlari bilan  $\pi$ – $\pi$  ta'sirlashishlarni yuzaga keltirishi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** AM1-BCC, ACPYPE, AMBER99SB-ILDN, AXE, Gromacs-2023, MultiWFN, ORCA-6, RESP2, 2,3-trimetilen-3,4-digidroxinazolin.

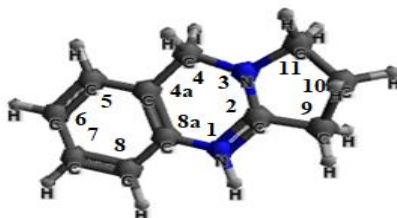
### MOLECULAR DYNAMIC MODELING OF THE PROTONATED STATE OF 2,3-TRIMETHYLENE-3,4-DIHYDROQUINAZOLINE WITH THE AXE ENZYME

**Abstract.** The article presents the results of molecular dynamics (MD) modeling of the acetylcholinesterase–TMX·H<sup>+</sup> complex using the AM1-BCC, Gasteiger, and RESP2(0.5) charge distributions for the atoms of protonated form of the 2,3-trimethylene-3,4-dihydroquinazoline (TMX·H<sup>+</sup>) molecule. MD modeling was conducted using the AMBER99SB-ILDN force field approach within the Gromacs-2023 software. Three different topology files for the TMX·H<sup>+</sup> molecule were generated in the ACPYPE program. The results of these MD studies were evaluated through the root mean square deviation (RMSD) plot of the AXE–TMX·H<sup>+</sup> complex, demonstrating that the Gasteiger charge distribution is more suitable compared to the AM1-BCC and RESP2(0.5) charge distributions for MD modeling of compounds in the ionic (cationic) state. Additionally, during modeling, it was found that the ligand forms  $\pi$ – $\pi$  interactions with specific amino acid residues in the active site of the protein.

**Keywords:** AM1-BCC, ACPYPE, AMBER99SB-ILDN, AChE, Gromacs-2023, MultiWFN, ORCA-6, RESP2, 2,3-trimethylene-3,4-dihydroquinazoline.

**Kirish.** Ma'lumki, 2,3-trimetilen-3,4-digidroxinazolin (TMX) *Peganum harmala* o'simligidan ajratib olingan xinazolin alkaloidi bo'lib, u antixolinesteraza faolligiga ega [1]. TMX juda tez oksidlanib, 2,3-trimetilen-3,4-digidroxinazolin-4-on hosil qiladi [2]. Shu sababli TMX gidroksid tuzi (TMX·HCl) ko'rinishidagina oksidlanmasdan saqlanadi. Nazariy modellashtirish ishlarida TMX protonlangan holatida, ya'ni TMX·H<sup>+</sup> ko'rinishida qo'llaniladi [3]. AXE–TMX·H<sup>+</sup> kompleksining fiziologik muhitga yaqin muhitdagi MD simulyatsiyalari natijasida ligand molekulasining ferment faol markazida

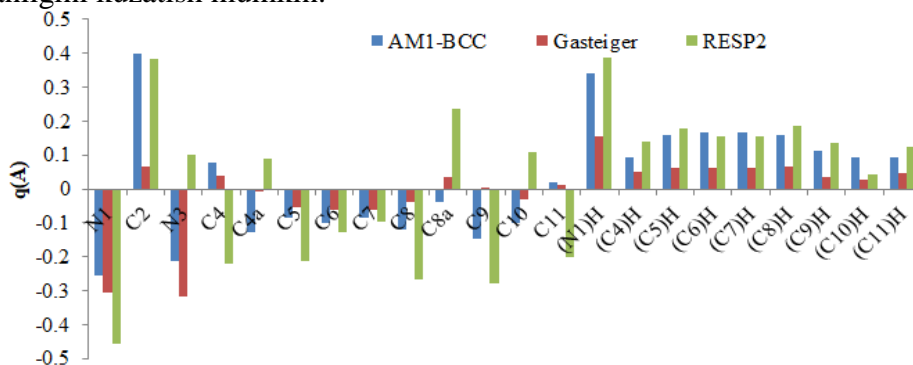
saqlanib qolishi yoki qolmasligi bilan birgalikda, uning konformatsion holatining o'zgarishi va qaysi aminokislotalar qoldiqlari bilan ta'sirlashishlari haqida qimmatli ma'lumotlar olinishi mumkin. Shundan kelib chiqqan holda hamda xinazolin alkaloidlari va ularning sintetik hosilalarini molekulyar dinamik (MD) modellashtirish usullarini maqbullashtirish maqsadida ushbu ishda 2,3-trimetilen-3,4-digidroksinazolinning protonlangan formasining ( $\text{TMX}\cdot\text{H}^+$ ) atsetilxolinesteraza (AXE) fermenti bilan suvli muhitdagi ta'sirlashishi Gromacs-2023 dasturida [4] AMBER99SB-ILDN [5] kuch maydonlari usulida tadqiq qilindi.



1-rasm.  $\text{TMX}\cdot\text{H}^+$  fazoviy tuzilishi

**Tadqiqot metodologiyasi.**  $\text{TMX}\cdot\text{H}^+$  3D geometriyasi Avogadro [6] dasturida tayyorlandi va uning AXE fermenti (PDB ID:1DX6 [7], www.rcsb.org) bilan kompleksi AutoDock Vina [8] molekulyar doking dasturida hosil qilindi. Ushbu kompleks, maxsus qutiga joylashtirilib, unga suv molekullari,  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari qo'shildi. Keyin, hosil qilingan tizim energiyasi maqbullashtirildi hamda ma'lum bir harorat va bosimda tizim muvozanat holatiga keltirildi. Undan keyin tizimdagi atom va molekullar harakatlari 2 femtosekund (fs) qadam bilan 100 nanosekund (ns) davomida ( $t=310\text{ K}$ ,  $P=100\text{ kPa}$ ) Gromacs dasturida [4] MD simulyatsiya qilindi.

**Natijalar va muhokama.** Oqsil-ligand komplekslarining MD modellashtirishlarida ligand molekulasining topologiyasi (atomlar ketma-ketligi, fazoviy tuzilishi, atomlardagi zaryad taqsimotlari va boshqa ko'rsatkichlar) muhim ahamiyat kasb qiladi. MD tadqiqotlari jarayonlarida AMBER kuch maydonlari usullarida keng qo'llaniladigan AM1-BCC [9, 10], Gasteiger [11] zaryad taqsimotlari bilan birgalikda RESP2(0.5) [12] zaryad taqsimoti ham qo'llaniladi [12].  $\text{TMX}\cdot\text{H}^+$  molekulasini atomlari uchun RESP2(0.5) zaryad taqsimotlari MultiWFN [13] va ORCA 6.0 [14] dasturlaridan foydalanib hisoblandi. Atomlardagi zaryad taqsimotlari  $q(A)$  MD modellashtirish natijalariga sezilarli ta'sir qilishi mumkin. 2-rasmda  $\text{TMX}\cdot\text{H}^+$  molekulasini atomlaridagi zaryad taqsimotlari keltirilgan. Rasmdan ayrim atomlar uchun RESP2(0.5) kattaliklarining keskin farq qilishini ko'rish mumkin. Masalan, N3 azot atomida AM1-BCC va Gasteiger usullari elektron zichlikning nisbatan katta ekanligini (manfiy ekanligini) RESP2(0.5) usulida esa ushbu atomda elektron zichlikning kam (musbat) ekanligini ko'rsatdi. Xuddi shunga o'xshash holatlarni C4, C4a, C10 va C11 atomlarida ham kuzatish mumkin. Bulardan tashqari, uch xil zaryad hisoblash usullarida ishoralar bir xil bo'lgan holatda ham RESP2(0.5) usulida cho'qqining qolgan usullarga nisbatan quyiroqda yoki teparoqda joylashganligini kuzatish mumkin.

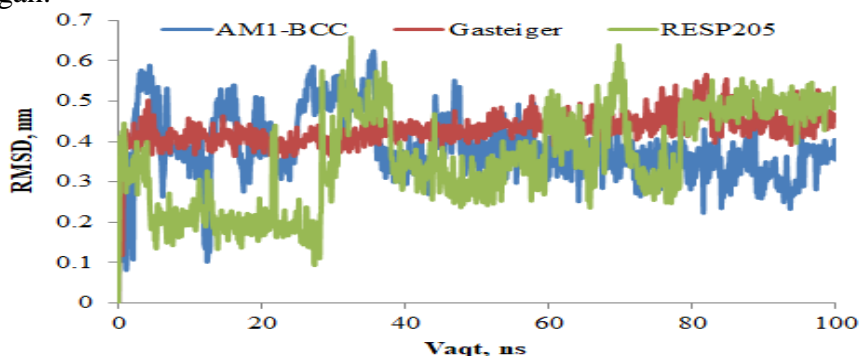


2-rasm.  $\text{TMX}\cdot\text{H}^+$  molekulasini atomlaridagi zaryad taqsimotlari

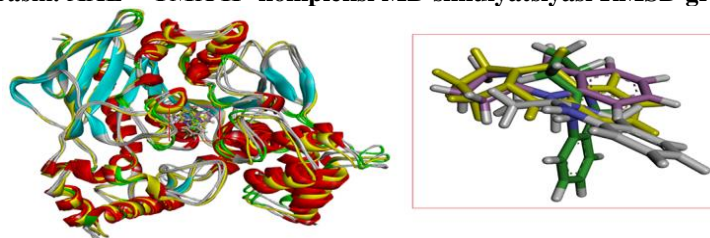
$\text{TMX}\cdot\text{H}^+$  molekulasini uchta topologiya fayllari uch xildagi zaryad

taqsimotlarini (2-rasm) kiritgan holda ACPYPE serverida [15, 16] hosil qilindi. Keyin, AXE – TMX·H<sup>+</sup> kompleksi uch marta bir xil sharoitda 100 nanosekundan (ns) modellashtirildi. Atomlardagi zaryad taqsimotining modellashtirishga va oqsil-ligand kompleksining barqarorligiga ta'sirini baholash maqsadida o'rtacha kvadratik og'ish (RMSD) grafigi tuzildi (3-rasm). Oqsil-ligand kompleksi, suv va ionlardan iborat tizim Gasteiger zaryad taqsimotini qo'llagan holda 100 ns simulyatsiya qilinganda, katta tebranishlar (fluktatsiyalar) kuzatilmaganligi hamda tizimning muvozanat holatida ekanligini ko'rish mumkin (3-rasm, qizil chiziq). Ammo AM1-BCC va RESP2(0.5) zaryad taqsimotlarini qo'llagan holda bajarilgan 100 ns MD simulyatsiya jarayonida esa sezilarli fluktatsiyalar mavjudligi va modellashtirish oxirida tizimning muvozanat holatiga erishishga harakat qilayotganligini kuzatish mumkin (3-rasm). Sezilarli fluktatsiyalar mavjudligining sababini suvli muhitda simulyatsiya jarayonida erituvchining qutbli tabiati hamda ligand molekulasini atomlaridagi nisbatan "orttirilgan" zaryadlar sababli ligand va suv orasida qutblanish effektining kuchayganligi bilan izohlash mumkin.

Adabiyotda [17], RMSD grafigida o'rtacha kvadratik og'ish kattaligining 1–2 nanometr dan oshishi ligand molekulasining oqsil faol markazidan chiqib ketganligini bildirishi keltirilgan. 3-rasmdagi RMSD grafigi o'rtacha kvadratik og'ish kattaligining 0.7 dan kichikligi uch xil MD simulyatsiya natijasida ham ligand molekulasining oqsil faol markazidan chiqib ketmaganligini ko'rish mumkin. Ammo MD modellashtirish jarayonida oqsil va ligand molekularida qisman siljishlar bo'lganligini 4-rasmdan ko'rish mumkin. Unda 1, 50, 75 va 100 ns dagi kompleks geometriyalari taqqoslangan. TMX·H<sup>+</sup> molekulasini dastlabki holatdan uzoqlashmagan, ya'ni oqsil faol markazida saqlanib qolgan, faqat qisman siljigan.

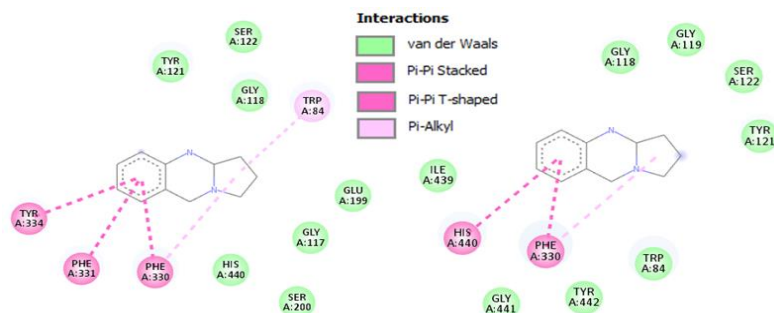


3-rasm. AXE – TMX·H<sup>+</sup> kompleksi MD simulyatsiyasi RMSD grafigi



4-rasm. Gasteiger zaryad taqsimotini qo'llagan holdagi MD modellashtirishning 1, 50, 75 va 100 ns (sariq rangda) vaqtidagi kompleks geometriyalarinig taqqoslanishi

MD simulyatsiyaning dastlabki (1 ns) va oxirgi (100 ns) holatida ligand molekulasining AXE faol markazidagi aminokislotalar qoldiqlari bilan ta'sirlashishlari 5-rasmda keltirilgan. Undan dastlabki holatda (5-rasm, chapda) TMX·H<sup>+</sup> aromatik fragmentga ega aminokislota qoldiqlari fenilalanin (PHE330, PHE331) va tirozin (TYR334) bilan  $\pi$ - $\pi$  ta'sirlashishga ega ekanligini ko'rish mumkin. MD simulyatsiya natijasida esa TMX·H<sup>+</sup> fenilalanin (PHE330) va gistidin (HIS440) aminokislota qoldiqlari bilan  $\pi$ - $\pi$  ta'sirlashishga ega ekanligini kuzatish mumkin. Gistidindagi imidazole halqasi ham aromatik halqa hisoblanadi va uning oqsil molekularida fenilalanin (Phe), tirozin (Tyr) va triptopan (Trp) aminokislota qoldiqlaridagi fenil halqasi bilan  $\pi$ - $\pi$  ta'sirlashishlarda qatnashishi aniqlangan [18].



5-rasm. AXE – TMX·H<sup>+</sup> kompleksida ligand molekulasining 1 (chapda) va 100 (o'ngda) ns holatida aminokislota qoldiqlari bilan ta'sirlashishi

**Xulosa va takliflar.** Olib borilgan tadqiqotlar natijasida TMX·H<sup>+</sup> molekulasida atomlaridagi zaryad taqsimotlarining AM1-BCC va RESP2(0.5) usullarida nisbatan yuqoriligi kation holatidagi birikmaning qutblanuvchanligini yanayam oshirib yuborishi va buning natijasida MD modellashtirish davomida RMSD grafigida keskin tebranishlarning (fluktatsiyalarning) yuzaga kelishi aniqlandi. Shu sababli, ion ko'rinishidagi birikmalarni suvli muhitda MD modellashtirishda Gasteiger zaryad taqsimotidan foydalanish maqsadga muvofiq ekan. Ushbu tadqiqot natijasida maqbullashtirilgan usul xinazolin alkaloidlarini skrining qilishda va ular orasidan yangi, biologik faolligi yuqori birikmalarni topishda muhim ahamiyat kasb qilishi mumkin.

(Mazkur ish Innovatsion rivojlanish agentligining FL-9524115091 fundamental loyihasi doirasida amalga oshirildi)

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Туляганов Н. Фармакологические исследования алкалоидов гармалы обыкновенной (*Peganum harmala L.*) хиनाзолинового и хиначолонового строения и их производных. Дисс...док.мед. наук. –Москва, 1981. – 293 с.
2. Shakhidoyatov K.M., Elmuradov B.Z. Tricyclic Quinazoline Alkaloids: Isolation, Synthesis, Chemical Modification, and Biological Activity//Chem. Nat. Compd.-2014. –Vol.50. –P.781–800.
3. Кристаллович Э.Л., Ешимбетов А.Г., Мукаррамов Н.И., Шахидоятов Х.М.. УФ-спектральная и квантово-химическая исследования дезоксивазинина и его производных. - Хим. Природ. Соедин. – 2002. –№ 6. – С. 589-594.
4. Abraham M.J., Murtola T., Schulz R., Páll S., Smith J.C., Hess B., and Lindahl E. GROMACS: High performance molecular simulations through multi-level parallelism from laptops to supercomputers//SoftwareX. –2015. –Vol.1–2. – P.19–25.
5. Lindorff-Larsen K., Piana S. et al. Improved side-chain torsion potentials for the Amber ff99SB protein force field//Proteins –2010. –Vol.78(8). –P.1950-1958.
6. Hanwell M.D., Curtis D.E., et. al. Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform// J. Cheminform. –2012. –Vol.4. –N.17.
7. Berman H.M., Westbrook J., Feng Z., Gilliland G., et. al. The Protein Data Bank//Nucleic Acids Research. –2000. –Vol.28(1). –P.235–242.
8. Trott O., Olson A.J. AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading//J. Comput. Chem. 2010. Vol.31. P.455–461.
9. Jakalian A., Bush B.L., Jack D.B., Bayly C.I. Fast, efficient generation of high-quality atomic charges. AM1-BCC model: I. Method//J. Comput. Chem. –2000. –Vol.21. –P.132-146.
10. Jakalian A., Jack D.B., Bayly C.I. Fast, efficient generation of high-quality atomic charges. AM1-BCC model: II. Parameterization and validation//J. Comput. Chem. –2002. –Vol.23. –P.1623-1641.
11. Gasteiger J., Marsili M. A new model for calculating atomic charges in molecules//Tetrahedron Letters. –1978. –Vol.19(34). –P.3181-3184. Aravindhan G., Coote M.L., Barakat Kh. Molecular dynamics-driven drug discovery: leaping forward with confidence//Drug discovery today. –2017. –Vol.22(2). –P.249-269.
12. Schauerl M., Nerenberg P.S., Jang H., et. al. Non-bonded force field model with advanced restrained electrostatic potential charges (RESP2)// Commun. Chem. –2020. –Vol.3. –P.44.
13. Lu T., Chen F. Multiwfn: A multifunctional wavefunction analyzer//J. Comput. Chem. –2012. – Vol.33. –P.580–592.
14. Neese F. Software update: The ORCA program system. Version 5.0// Wiley Interdiscip. Rev.: Comput. Mol. Sci. –2022. –Vol.12. –e1606.
15. Sousa da Silva A.W., Vranken W.F. ACPYPE - AnteChamber PYthon Parser interfacE//BMC Res Notes. –2012. –Vol.5. –N.367. –P.1-8.
16. Kagami L., Wilter A., Diaz A., Vranken W. The ACPYPE web server for small-molecule MD topology generation// Bioinformatics. –2023. –Vol.39(6). –P.350.

17. Aravindhan G., Coote M.L., Barakat Kh. Molecular dynamics-driven drug discovery: leaping forward with confidence//Drug discovery today. –2017. –Vol.22(2). –P.249-269.

18. Liao S.M., Du Q.S., Meng J.Z, *et al.* The multiple roles of histidine in protein interactions//Chem. Cent. J. –2013. –Vol.7. –P.44.

## SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILICONE-ORGANIC HYBRID GEL FROM COTTON OIL BY TRANSESTERIFICATION

**Eshmurodov Khurshid Esanberdievich**

PhD, docent, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology

[khurshideshmurodov@mail.com](mailto:khurshideshmurodov@mail.com)

ORCID 0000-0002-1588-2048

**Djalilov Abdulakhat Turapovich,**

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Director of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology

[gup\\_tniixt@mail.ru](mailto:gup_tniixt@mail.ru)

**Ikramov Shohimardon Sayfidinovich,**

Researcher, Termez State University of Engineering and Agrotechnology

**Xodjayev Akbarali Akhmedovich,**

Researcher, Termez State University

UDK 678.043.53 (661.718.5)

**Abstract.** This study focuses on the synthesis of a silicone-organic hybrid gel via transesterification of cottonseed oil with tetraethoxysilane (TEOS) in the presence of sodium metasilicate. Reaction conditions (1:1 molar ratio, 80°C, 0.5% NH<sub>3</sub> catalyst, 2 hours) were optimized to maximize Si-O-R bond formation (R - linoleic acid residue) and minimize free linoleic acid (<4%). The gel's chemical structure and thermal stability were characterized using FTIR (Si-O-C at 1080 cm<sup>-1</sup>, C=O at 1740 cm<sup>-1</sup>) and TGA-MS (less than 12% mass loss up to 300°C). The gel exhibited high hydrophobicity (contact angle 110° ± 5°), corrosion resistance (18% improvement per ASTM B117), hydrophobizing capability (45% water retention in soil), and suitability as a polymer plasticizer (6.8 ± 0.5 MPa elongation in PVC). This material shows promise for corrosion-resistant coatings, eco-friendly plasticizers, promoting the use of renewable resources.

**Keywords:** Cottonseed oil, tetraethoxysilane, transesterification, silicone-organic hybrid gel, hydrophobicity, corrosion resistance, plasticizer.

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqot paxta moyi va tetraetoksisilan (TEOS) o'rtasidagi pereeterifikatsiya reaksiyasi orqali natriy metasilikat ishtirokida kremniyorganik gibrid gel sinteziga bag'ishlangan. Reaksiya shartlari (1:1 molyar nisbat, 80°C, 0.5% NH<sub>3</sub> katalizatori, 2 soat) Si-O-R bog'larining (R - linolen kislotasi qoldig'i) yuqori hosil bo'lishini ta'minlash va erkin linolen kislotasi (<4%) hosil bo'lishini minimallashtirish uchun optimallashtirildi. Gelning kimyoviy tuzilishi FTIR (1080 cm<sup>-1</sup> da Si-O-C, 1740 cm<sup>-1</sup> da C=O) va TGA-MS (300°C gacha <12% massa yo'qotish) yordamida xarakterlandi. Olingan gel yuqori gidrofoblik (kontakt burchagi 110° ± 5°), korroziyaga chidamlilik (ASTM B117 bo'yicha 18% yaxshilanish), gidrofoblash qobiliyati (tuproqda 45% suv saqlash) va polimer plastifikatori sifatida (PVX da 6.8 ± 0.5 MPa cho'zilish) mos xususiyatlarni namoyish etdi. Ushbu material korroziyaga chidamli qoplamalar, ekologik toza plastifikatorlar sifatida potensialga ega bo'lib, qayta tiklanadigan resurslardan foydalanishni targ'ib qiladi.

**Kalit so'zlar:** Paxta moyi, tetraetoksisilan, pereeterifikatsiya, kremniyorganik gibrid gel, gidrofoblik, korroziyaga chidamlilik, plastifikator.

**Introduction.** Silicon-organic hybrid materials combine the advantages of organic and inorganic components, and due to their properties such as hydrophobicity, thermal stability, and chemical resistance, they are widely used in coatings, adsorbents, and plasticizers [1, 3]. Sol-gel processes play an important role in forming siloxane (Si-O-Si)

networks using tetraethoxysilane (TEOS) [6]. Cottonseed oil, a renewable resource rich in linolenic (50–55%) and palmitic acids (20–25%) as triglycerides, is considered a potential source for the synthesis of silicon-organic materials through transesterification [7, 15]. This study focused on optimizing the transesterification between cottonseed oil and TEOS to synthesize an environmentally friendly hybrid gel and to investigate its potential applications.

Vegetable oils, such as linseed and soybean oils, are widely used as renewable resources in the production of polymers and coatings. They serve as environmentally friendly alternatives to petroleum-based products, potentially reducing carbon dioxide emissions by up to 40% and achieving biodegradability levels of 60–70% [8, 15, 18, 19]. The synthesis of polyols from vegetable oils (e.g., via singlet oxygen photo-oxygenation) and their conversion into acrylates or polyurethanes ensures polymer thermal stability (250–400°C) and mechanical strength (up to 50 MPa) [2, 6, 9, 10, 16]. These materials are applied in packaging, construction, and the automotive industry.

Bio-based polyesters are synthesized through the ring-opening copolymerization of epoxides and cyclic anhydrides, using natural resources such as carbohydrates, fatty acids, and terpenes [4]. Polyesterification methods employing compounds like 11-bromoundecanoic acid and 6-bromohexanoic acid yield polymers with high crystallinity and melting temperatures. Their degradation is accelerated in alkaline environments but slowed down due to their hydrophobicity [3]. The biocompatibility and biodegradability of these polymers enable their application in biomedical devices and packaging materials.

Sol-gel technology plays an important role in the production of nanostructured materials and coatings, utilizing precursors such as tetraethoxysilane (TEOS) and 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane (GPTMS) [1, 14]. This process enables the synthesis of materials with high surface areas (up to 500 m<sup>2</sup>/g), which enhances the moisture resistance of biomaterials (doubling their water contact angle) and finds applications in optical coatings [1]. Sol-gel coatings are recommended as a cost-effective and environmentally friendly alternative to torrefaction.

Flame-retardant materials, particularly polyurethane and phenolic foams produced using phosphorus- and silicon-containing modifiers (such as DOPO and DPSD), exhibit high flame resistance (LOI 24–41.9%) and thermal stability [5, 6, 17]. FTIR, NMR, and TG analyses confirm the strength of their chemical bonds. In phenolic foams, smoke production is reduced by 64.55%, while compressive strength increases by 155% [5]. These materials are widely used in construction as fire-resistant components.

Surface modification of nanocomposites enhances their mechanical strength by up to 50% through changes in chemical bonding and surface energy [12]. Bismuth-doped cobalt nanoferrites were synthesized using the sol-gel combustion method, resulting in crystallite sizes of 17–26 nm. XRD, SEM, TEM, and FTIR analyses confirmed the formation of a single-phase spinel structure [7]. Increasing Bi<sup>3+</sup> ion content led to a decrease in lattice parameters and a shift of absorption bands to higher frequencies, enabling the use of these materials in electronic and magnetic devices.

Coatings based on vegetable oils, such as waterborne urethane coatings produced from linseed oil, demonstrate low volatile organic compound (VOC) emissions (less than 50 g/L) and high adhesion strength (rated 5B) [11, 13]. Salt spray tests according to ASTM B117 confirmed high corrosion resistance, maintaining performance for 500–1000 hours [11, 13, 20]. These coatings are used in industry as economical and environmentally friendly alternatives.

Biodegradability tests based on OECD 301 standards allow the determination of over 60% degradation within 28 days [21]. Such tests are crucial for assessing the environmental safety of chemical substances. The biodegradability of vegetable oil-based polymers (e.g., soybean oil-based polymers) can reach up to 70%, making them ideal

materials for sustainable development [8, 15, 18].

Overall, vegetable oils and bio-based polymers offer environmental and economic advantages as alternatives to petroleum products and are widely used in coatings, biomedical devices, packaging, and construction. Modern analytical techniques such as FTIR, NMR, DSC, XRD, and SEM play a crucial role in determining the structure and properties of these materials [2, 3, 5–7, 9–13, 16, 17]. Such studies make a significant contribution to sustainable development and the advancement of environmentally friendly technologies.

**Research methodology. 2.1. Materials.** Cottonseed oil (approximate molecular weight 860 g/mol, calculated as triglyceride, containing ~50% linolenic acid) was obtained from a local manufacturer.

Tetraethoxysilane (TEOS, 98% purity, molecular weight 208 g/mol, Sigma-Aldrich).

Sodium metasilicate and catalysts (0.5% aqueous  $\text{NH}_3$  solution).

Ethanol (99.9%) was used as a solvent.

**2.2. Synthesis of organosilicon hybrid gel.** Transesterification was carried out in a 250 mL two-neck flask equipped with a stirrer, reflux condenser, and under a nitrogen atmosphere. Cottonseed oil (10 g, 0.012 mol) and TEOS (2.5 g, 0.012 mol, 1:1 molar ratio) were added to the flask, followed by sodium metasilicate (2 g, 0.016 mol). The 0.5%  $\text{NH}_3$  catalyst (2 mL) was added dropwise under stirring at 500 rpm. The reaction was maintained at 80°C for 2 hours. For TEOS hydrolysis, 0.2 g (0.011 mol) of water was used. Upon completion, the resulting gel was washed three times with ethanol and dried under vacuum at 60°C for 12 hours.

**2.3. Optimization of reaction conditions.** To maximize the formation of Si–O–R bonds, the molar ratio (1:1, 1:2), temperature (80°C, 100°C), catalyst concentration (0.5%  $\text{NH}_3$ ), and reaction time (2–4 hours) were varied. Conversion was calculated based on the intensity of the Si–O–C signal at 1080  $\text{cm}^{-1}$  in the FTIR spectra. Under optimal conditions (1:1 molar ratio, 80°C, 0.5%  $\text{NH}_3$ , 2 hours), the conversion reached 78%, with the formation of free linolenic acid at 4%.

**2.4. Analysis methods.** The chemical structure of the gel was determined using FTIR spectroscopy (“IR Tracer-100” IQ spectrometer, 400–4000  $\text{cm}^{-1}$ , 4  $\text{cm}^{-1}$  resolution), confirming the presence of Si–O–C (1080  $\text{cm}^{-1}$ ), C=O (1740  $\text{cm}^{-1}$ ), and  $\text{CH}_2/\text{CH}_3$  (2850–2950  $\text{cm}^{-1}$ ) groups. Thermal stability was investigated by TGA (DTG-60 SHIMADZU, Japan, 25–600°C, heating rate 10°C/min, argon flow 100 mL/min), showing a mass loss of 12% up to 300°C. Hydrophobicity was assessed by contact angle measurement, corrosion resistance by ASTM B117, and plasticizer properties by ASTM D412.

**2.5. Determining gel properties.** Corrosion resistance: Corrosion was reduced by 18% in a 72-hour test on steel plates (50 mm × 50 mm, 0.5 mm coating) according to ASTM B117.

Hydrophobization: Soil (100 g) retained 45% more water in a 7-day test; cotton fabrics (10 cm × 10 cm) absorbed 55% less water.

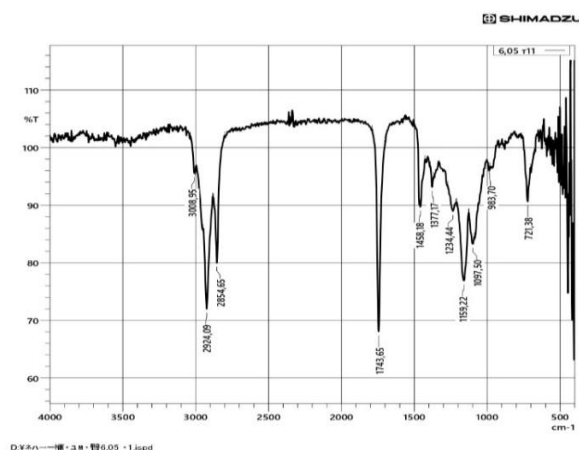
Plasticizer: Tensile strength reached  $6.8 \pm 0.5$  MPa when 15% gel was added to PVC.

**Results and discussion.** Under optimal conditions (1:1 molar ratio, 80°C, 0.5%  $\text{NH}_3$ , 2 hours), a conversion of 78% and 4% free linolenic acid were obtained (Table 1). At a 1:2 ratio, the formation of Si–O–glycerol residue bonds increased, but hydrolysis also rose by 10%. The  $\text{NH}_3$  catalyst minimized hydrolysis [6, 7].

**Table 1. Results of the optimization of transesterification conditions**

Experiment	Molar ratio	Temperature (°C)	Catalyst	Time (hours)	Conversion (%)	Free acid (%)
1	1:1	80	0.5% $\text{NH}_3$	2	78	4
2	1:1	100	0.5% $\text{NH}_3$	3	82	10
3	1:2	80	0.5% $\text{NH}_3$	2	75	6

### 3.1. Results of studying the properties of the gel.



**Figure 1.** FTIR spectrum of the transesterification product of cottonseed oil and tetraethoxysilane

Figure 1 shows the FTIR spectrum, which helps identify the main functional groups present in the transesterification product of cottonseed oil and tetraethoxysilane. The peaks observed at  $3008.95\text{ cm}^{-1}$  and  $2924.09\text{ cm}^{-1}$  correspond to C–H stretching frequencies, confirming the presence of hydrocarbon chains. The intense peak at  $1743.65\text{ cm}^{-1}$  is characteristic of C=O stretching vibrations, indicating the formation of ester groups. The signals recorded at  $1234.44\text{ cm}^{-1}$  and  $1097.50\text{ cm}^{-1}$  correspond to Si–O–C and Si–O–Si bonds, respectively, demonstrating the

participation of tetraethoxysilane in the reaction. Additionally, the peaks at  $983.70\text{ cm}^{-1}$  and  $721.38\text{ cm}^{-1}$  reflect the characteristic vibrations of CH<sub>2</sub> groups, confirming the presence of fatty acids and their derivatives. These results indicate that new ester and organosiloxane compounds were formed during the transesterification process.

**3.2. Use of the reaction product.** The gel's hydrophobicity ( $110^\circ \pm 5^\circ$ ) makes it suitable for applications in coatings (18% reduction in corrosion) and water purification (80% removal of Pb<sup>2+</sup>). Its tensile strength as a PVC plasticizer ( $6.8 \pm 0.5\text{ MPa}$ ) indicates its potential as an alternative to petroleum-based analogues [13, 14].

**Conclusion/Recommendations.** The transesterification between cottonseed oil and TEOS (1:1 molar ratio,  $80^\circ\text{C}$ , 0.5% NH<sub>3</sub>, 2 hours) successfully resulted in the synthesis of a silicon-organic hybrid gel with 78% conversion and 4% free linolenic acid. FTIR and TGA analyses confirmed the formation of Si–O–R bonds, hydrophobicity of  $110^\circ \pm 5^\circ$ , and thermal stability up to  $300^\circ\text{C}$  with less than 12% mass loss. The gel demonstrated high performance as a corrosion-resistant coating (18% improvement), hydrophobizing agent (45% water retention), and plasticizer ( $6.8 \pm 0.5\text{ MPa}$ ). Future research could focus on enhancing mechanical properties with nano-additives (e.g. graphene) and evaluating biodegradability according to OECD 301 standards.

### References

1. Luis Cutz, Ur̄sa Tiringler, Wiebren de Jong, Arjan Mol. (2023). Hybrid zol-gel coatings for reducing wettability and storage degradation of biomass pellets. *Materials Chemistry and Physics*, Volume 304, 1 August 2023, 127861. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.127861>.
2. Espinosa, L. & Galià, M. & Cadiz, Virginia. (2009). A New Route to Acrylate Oils: Crosslinking and Properties of Acrylate Triglycerides from High Oleic Sunflower Oil. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*. 47. 1159 - 1167. 10.1002/pola.23225.
3. Pan, Jun-Lin & Xu, Chu-Ran & Zeng, Fu-Rong & Liang, Yang & Zhang, Tao & Xu, Jing & Li, Zi-Long & Li, Zichen. (2021). Castor Oil-Based Bioplastics via Polyesterification: Synthesis, Characterization, and Functionalization. *ACS Applied Polymer Materials*. 3. 10.1021/acsapm.1c00109.
4. Isnard, Florence & Mazzeo, Mina & Thomas, Christophe. (2018). Novel polyesters from renewable resources.. *L'Actualité chimique*. 50.
5. Bo, Caiying & Shi, Zhongyu & Hu, Lihong & Pan, Zheng & Hu, Yun & Yang, Xiaohui & Jia, Puyou & Ren, Xiaoli & Zhang, Meng & Zhou, Yonghong. (2020). Cardanol derived P, Si and N based precursors to develop flame retardant phenolic foam. *Scientific Reports*. 10. 10.1038/s41598-020-68910-6.
6. Zhou, Wei & Bo, Caiying & Jia, Puyou & Zhou, Yonghong & Zhang, Meng. (2018). Effects of tung oil-based polyols on the thermal stability, flame retardancy, and mechanical properties of rigid polyurethane foam. *Polymers*. 11. 45. 10.3390/polym11010045.
7. Brinker, C. J., & Scherer, G. W. (1990). *Zol-gel Science: The Physics and Chemistry of Zol-gel Processing*. Academic Press. ISBN: 978-0-12-134970-7.

8. M.A.R. Meier, J.O. Metzger, U.S. Schubert. (2007). Plant oil renewable resources as green alternatives in polymer science. *Chemical Society Reviews*, 36(11), 1788-1802. DOI: 10.1039/b703294c.
9. Lopes, R. K., et al. (2010). Physicochemical Properties of Passion Fruit Oil Polyol. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(11), 1253-1262. DOI: 10.1002/ejlt.201000098.
10. Lopes, R. K., & Sales, M. M. A. (2012). Polyurethanes from Vegetable Oils: TG/DTG and FTIR Analysis. *Macromolecular Symposia*, 319(1), 167-173. DOI: 10.1002/masy.201100162.
11. Chang, C.-W., et al. (2018). Linseed Oil-Based Waterborne Urethane Coatings. *Polymers*, 10(11), 1235. DOI: 10.3390/polym10111235.
12. Kango, S., et al. (2013). Surface Modification of Nanocomposites: A Review. *Progress in Polymer Science*, 38(8), 1232-1261. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2013.02.003.
13. Alam, M., et al. (2014). Eco-Friendly Vegetable Oil Coatings. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(4), 469-479. DOI: 10.1016/j.arabjc.2013.12.023.
14. Hench, L. L., & West, J. K. (1990). The Zol-gel Process. *Chemical Reviews*, 90(1), 33-72. DOI: 10.1021/cr00099a003.
15. Espinosa, L. M., & Meier, M. A. R. (2011). Plant Oils as Renewable Resources for Polymers. *European Polymer Journal*, 47(5), 837-852. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2010.11.020.
16. Liu, W., & Chen, T. (2023). Soybean Oil-Based Polymers and Composites. *RSC Advances*, 13(5), 6789-6805. DOI: 10.1039/BK9781837671595-00042.
17. Song, F., & Li, Z. (2020). Phosphorus-Based Siloxane-Modified Phenolic Foam. *Materials & Design*, 192, 108668. DOI: 10.1016/j.matdes.2020.108668.
18. Pfister, D. P., & Larock, R. C. (2011). Plant Oil-Based Polymers: Advances. *ChemSusChem*, 4(6), 703-717. DOI: 10.1002/cssc.201100310.
19. Zhu, Y., & Williams, C. K. (2016). Sustainable Polymers from Renewable Resources. *Nature*, 540(7633), 354-362. DOI: 10.1038/nature21001.
20. ASTM B117-19. Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. ASTM International, 2019. DOI: 10.1520/B0117-19.
21. OECD 301. Guidelines for Testing of Chemicals: Ready Biodegradability. OECD Publishing, 1992. DOI: 10.1787/9789264070486-en.

### SUV SARFINI KAMAYTIRISH XUSUSIYATIGA EGA POLIKARBOKSILAT SUPERPLASTIFIKATORINING OLINISHI VA XOSSALARI

**Ismoilov Feruz Sobirovich**

katta ilmiy xodim t.f.f.d (PhD)

Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti,

[ismoilovferuz54@gmail.com](mailto:ismoilovferuz54@gmail.com)

**Karimov Mas'ud Ubaydulla o'g'li**

Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti, t.f.d.prof

**Djalilov Abdulaxat Turapovich.**

k.f.d.prof. O'zR FA akademigi.

Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti direktori

**Ismoilova Xalavat Djabarovna**

Qarshi davlat texnika universiteti t.f.f.d.dots.

ORCID 0009-0002-4166-7541

UDK 691.32

**Annotatsiya.** Polikarboksilat superplastifikatorining samaradorligiga uning tarkibiga kiruvchi boshlang'ich manomerlar va makromerlarning miqdori, shuningdek, radikal initsiatorni bosqichma-bosqich kiritish usuli va miqdori, tizim konsentratsiyasi, harorat va reaksiya vaqti ta'siri o'rganildi. Ushbu omillar sintez jarayonining borishi va yakuniy mahsulotning sifat ko'rsatkichlarini belgilaydi. Polioksietilen izobutil spirti efir, akril kislota va vinilatsetat asosida superplastifikatori sintez qilindi. Reaksiya paytida monomerlar nisbati, nisbiy reaktivlik kabi shartlar oxirgi mahsulotda turli xil monomer ketma-ketligini keltirib chiqarishi mumkin. Polikarboksilat superplastifikatori eritma radikal polimerizatsiyasi orqali tayyorlandi. Polikarboksilat asosidagi superplastifikatorning molekulyar darajadagi strukturaviy o'zgarishlari uning dispersiya qobiliyati va suvni ushlab turish xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu o'zgarishlar natijasida sement zarralarining bir tekis tarqalishi ta'minlanadi, bu esa portland sementi bilan moslik darajasining oshishiga xizmat qiladi. Natijada beton qorishmasining reologik xossalari yaxshilanib, uning mustahkamlik ko'rsatkichlari sezilarli darajada ortadi.

Optimal texnologik ko'rsatkichlar va xomashyo tarkibiy qismlarining nisbati aniqlandi. Sintez qilingan polikarboksilat superplastifikatorini qo'shish orqali suv sarfining kamayishi o'rganildi. Sintez qilingan superplastifikatorlarning kimyoviy tuzilishi va ularning tarkibi IQ-spektr tahlillari bilan aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** polikarboksilat superplastifikatori, monomer va makromanomer, beton qorishmasi, oquvchanlik.

### PRODUCTION AND PROPERTIES OF POLYCARBOXYLATE SUPERPLASTICATOR WITH WATER CONSUMPTION REDUCTION PROPERTIES

**Abstract.** The effects of various factors on the efficiency of polycarboxylate superplasticizer were investigated, including the quantity of initial monomers and macromonomers in its composition, the method and amount of stepwise introduction of the radical initiator, system concentration, temperature, and reaction time. These factors determine the course of the synthesis process and the quality indicators of the final product. A superplasticizer based on polyoxyethylene isobutyl alcohol ether, acrylic acid, and vinyl acetate was synthesized. Conditions such as the ratio of monomers during the reaction and their relative reactivity can lead to different monomer sequences in the final product. The polycarboxylate superplasticizer was obtained through radical polymerization in solution. Structural changes at the molecular level of the polycarboxylate-based superplasticizer can significantly affect its dispersing ability and water-retention properties. These changes ensure uniform distribution of cement particles, which contributes to increased compatibility with Portland cement. As a result, the rheological properties of the concrete mixture improve, and its strength indicators significantly increase. Optimal technological parameters and the ratio of raw material components were determined. The reduction in water consumption when adding the synthesized polycarboxylate superplasticizer was studied. The chemical structure and composition of the synthesized superplasticizers were determined using IR spectroscopy.

**Keywords:** polycarboxylate superplasticizer, monomer and macromonomer, concrete mixture, mobility.

**Kirish.** Hozirgi kunda qurilish sanoati juda tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Bu vaqtda xomashyo va energiya resurslaridan oqilona va samarali foydalanishga qo'yilgan talablar ham o'zgarib bormoqda. Sifatli beton mahsulotlarini ishlab chiqarishda mustahkamligi, yaxshi joylashuvchanligi alohida o'rin egallaydi. Ushbu muammoni samarali hal qilish maxsus superplastifikatorlardan keng foydalanishni talab qiladi. Superplastifikatorlarning yuqori samaradorligi, beton va armaturaga salbiy ta'sirlarning yo'qligi, shuningdek, ularning mavjudligi va tannarxining arzonligi bilan bog'liq. Superplastifikator qo'shimchalari sirti faol xususiyatlarga ega bo'lgan moddalar, ular beton qorishmalarining harakatchanligini yaxshilaydi va mustahkamligini oshiradi. Beton sanoati texnologiyasida superplastifikatorlardan foydalanib, beton qorishmasining o'zgarish harakatchanligini saqlab, suvga bo'lgan talabni va g'ovaklikni kamaytirish, betoning zichligi, mustahkamligini oshirish. Bugungi kunda jahon bozorida juda ko'p miqdordagi superplastifikator qo'shimchalar mavjud bo'lib, sement tarkibiga va betonga ta'siri ham tubdan farq qilishi mumkin. Polikarboksilat superplastifikator molekulyar tuzilishi, yuqori darajadagi dispergirlash xususiyati va disperslikni uzoq vaqt saqlash qobiliyati, ekologik xavfsizligi hamda boshqa afzalliklari bilan ajralib turadi. Polikarboksilatlar zamonaviy beton qurilishining talablariga to'liq javob beradi va borgan sari yuqori samarali beton mahsulotlarini tayyorlashda eng ma'qul qo'shimcha sifatida tan olinmoqda [1-4]. Polikarboksilat superplastifikatorlarining ajoyib ekspluatatsion xususiyatlari tufayli beton uchun eng muhim qo'shimchalardan biri sifatida tan olingan [5-6]. Boshqa mahsulotlar, jumladan polikondensatlarga nisbatan, ular suv-sement nisbati past bo'lganda ham sementni suyultirib, nisbatan kam miqdorda qo'llanilishini talab etadi hamda beton aralashmasining harakatchanligini uzoq muddat saqlash xususiyatini namoyon qiladi [7-9]. PKE ning yuqori dispergirlash samaradorligini noionogen yon zanjirlarning mavjudligi bilan izohlash mumkin. Bu zanjirlar g'ovakli eritmaga cho'zilib,

sterik to'siq vazifasini bajaradi va sement zarrachalarini bir-biridan uzoqlashtiradi [10]. Bundan tashqari, polikarboksilat superplastifikatori adsorbsiyasi natijasida manfiy sirt zaryadi paydo bo'ladi, bu ham sement zarrachalari orasida elektrostatik itarishishni keltirib chiqaradi [11]. Biroq samarali dispersiya uchun eng muhim ko'rsatkich sement yuzasidagi adsorbsiyalangan polikarboksilat superplastifikatori qatlamining qalinligi hisoblanadi [12-14]. Ottevill-Uoker tenglamasiga ko'ra, dispers suspenziyalarning yuqori sterik barqarorligi, ayniqsa, o'ta qalin qatlam hosil qilib adsorbsiyalanadigan polimerlar yordamida erishilishi mumkin [15]. Shunday qilib, hajmiy, tarmoqlangan va sterik jihatdan murakkab polimerlar taroqsimon polikarboksilat efirlariga nisbatan kuchliroq sterik ta'sir ko'rsatishi taxmin qilinadi. Bu faraz Lyu va uning hamkorlari tomonidan tasdiqlandi. Ular akril kislotasi va izopreniloksi polietilenglikol efiri sopolimeridan tashkil topgan ko'p nurli tuzilishi tufayli yulduzsimon polikarboksilatlar taroqsimon analoglaridan ustun ekanligini aniqlashdi. Bunday tuzilish polimerning g'ovakli eritmaga sezilarli darajada chuqurroq kirib borishiga imkon beradi va natijada qalinroq qatlam hosil qiladi [16]. Akril kislotasi, polietilenglikol metallil efiri (PEGME) va diallilamin, metilakrilat hamda trimetilolpropandan ikki bosqichda tayyorlangan tarmoqlangan monomerning erkin radikal sopolimerlanishi orqali sintez qilingan tarmoqlangan topologik tuzilishga ega polikarboksilat uchun ham xuddi shunday natijalar olindi [17]. Li va uning hammualliflari ko'rsatganidek, hatto taroqsimon polikarboksilatlar tarmoqlangan yon zanjirlarni kiritish ham sterik to'siqning kuchliroq ta'siriga olib kelishi mumkin [18]. Beton tayyorlashning zamonaviy texnologiyasida qo'shimcha modifikatorlar beton qorishmasining bog'lovchilar, to'ldiruvchilar va suv bilan bir qatordagi majburiy komponenti hisoblanadi. Betondagi qo'shimchalar betonning sifatini yaxshilash, unga o'ziga xos xususiyatlar berish, qurilish ishlarini tezlashtirish, qurilish jarayonini narxini kamaytirish maqsadida ishlatiladi [19].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Olib borilgan tadqiqotlarimizda polikarboksilat superplastifikatorini 60°C suvli eritma sharoitida erkin radikal polimerizatsiya reaksiyasi orqali makromonomer sifatida polioksietilen izobutil spirti efir va akril kislota, vinilatsetat, inisiatoridan foydalanib, sopolimer sintez qilindi. Makromonomerlarning molekulyar og'irligi, polimerizatsiya faolligi kabi xususiyatlar polikarboksilat sifati va ishlashi ta'sir qiluvchi omillardir. Ularni tayyorlash usullari quyidagicha ko'rsatilgan. Polioksietilen izobutil spirti efir, akril kislotaning radikal kopolimerizatsiyasi zanjir uzatish agenti merkaptan kislota yordamida 50°C haroratda boshlandi. Tajriba quyidagicha amalga oshiriladi: 500 ml to'rt bo'yinli tubi dumaloq kolbaga vinilatsetat 0,26 gr, polioksietilen izobutil spirti efir 50 gr, akril kislota 6 gr va zanjir uzatuvchi 0,84 gr qo'shib aralashiriladi. Tomdirgich yordamida aralashmaga inisiator 0,50 ml bo'lak-bo'lak qilib qo'shildi. Keyin kolba 60°C haroratda termostatlangan suvli hammomiga botirildi va reaksiya 300 minut davomida olib borildi. Polikarboksilat superplastifikatorning yakuniy mahsuloti sifatida 28 % li suvli eritma bo'lib, NaOH ning 10 % li eritmasi orqali pH~7 ga keltirildi. Vinilatsetat va akril kislota kabi yuqori reaktiv monomerlar makromonomerlar bilan birlashganda, geterogen tarkibli sopolimerlar hosil bo'ladi.

Ushbu tadqiqot ishida Gost 30515-2013 standart sement Namangan sement zavodidan sotib olindi. Ishlab chiqaruvchi tomonidan taqdim etilgan sementning kimyoviy tarkibi va fizik xususiyatlari 1 va 2-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Sementning kimyoviy tarkibi

CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Boshqa
61.64	22.29	5.22	4.2	2.4	1.68	0.47	0.26	0.21	0.22

2- jadval.

Sementning mineralogik tarkibi

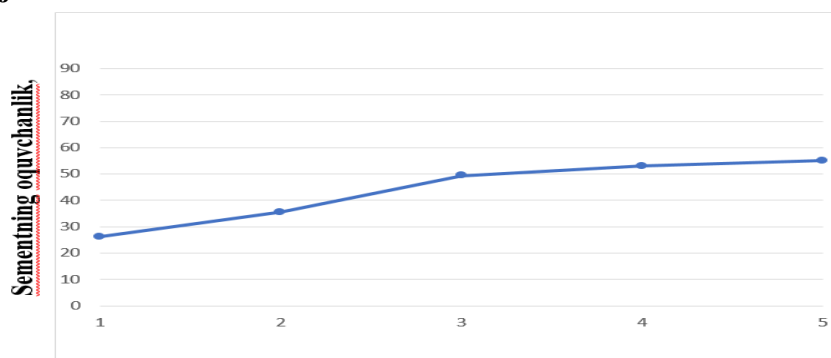
C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
59.38	15.55	7.29	11.59

Beton qorishmani tayyorlashda superplastifikator polikarboksilatning sement massa nisbati 0.2,0.4,0.6,0.8 va 1% ga teng olindi. Superplastifikator qo‘shilmagan beton qorishmasi nazorat namunasi sifatida qabul qilindi. polikarboksilat superplastifikatorlarining har bir dozasi uchun aralash suv miqdori dastlabki kamayishi  $200 \pm 15$  mm ga kelguncha o‘zgartirildi. Odatda, qattiq materiallar 60 soniya davomida quruq aralashtiriladi, so‘ngra o‘lchangan miqdorda suv bilan superplastifikatorni aralashtirib qo‘shiladi. Aralashtirish jarayoni 6 daqiqa davom etadi. Tayyorlangan beton qorishmasida suv sarfining kamayishi, konus cho‘kmasi, cho‘kishni ushlab turish, zichlik, dastlabki va yakuniy sozlash vaqti kabi tahlillar o‘tkazildi. Beton mahsulotining mustahkamligini o‘rganish uchun yangi beton qorishmalar namuna qoliplarga o‘tkazildi va qolipga solingan beton qorishmasini yaxshi joylashishi uchun 2-3 daqiqa davomida tebranish stoliga joylashtiriladi. GOST 1018032 ga ko‘ra, ishlab chiqarilgan shakllar 24 soat davomida 20° C haroratda saqlanadi, keyin beton namunalari qoliplardan chiqariladi va 3, 7 va 28 kunlardagi mustahkamliklari o‘rganildi.

**Suv sarfining kamayishi.** Sintez qilingan polikarboksilat superplastifikatorining beton qorishmasida turli miqdorlarda suv sarfini kamaytirish foizlari ASTM C49438 asosida o‘lchandi. Beton qorishmalar uchun cho‘kish qiymatlari  $200 \pm 15$  mm oralig‘ida nazorat qilindi. Superplastifikator qo‘shilmagan beton qorishmasi va superplastifikatorlar qo‘shilgan beton qorishmalari suv sarfi o‘rtasidagi farq betonda tayyorlangan superplastifikatorning suvni kamaytirish foizini hisoblash uchun o‘rganildi.

**Oquvchanlikni ushlab turish.** Superplastifikator qo‘shilgan beton qorishmasining oquvchanligi konusga quyish orqali tekshirildi, keyin konusi cho‘kma vertikal ravishda sekin ko‘tariladi. Beton qorishmasining dastlabki oqishi konusning balandligi va namunaning eng yuqori nuqtasi o‘rtasidagi farq sifatida baholandi. Ushbu tahlil GOST 26798.1-96 standart sinov usuliga muvofiq amalga oshirildi. Suyuqlikni ushlab turish qobiliyati 30, 60, va 90 daqiqalik oraliqda beton qorishmasining tushishi o‘zgarishini o‘lchash orqali baholandi. Shuni aytish kerakki, har bir beton namunasi tahlil qilishdan oldin 20 soniya davomida qayta aralashtiriladi.

### Natija va muhokama.



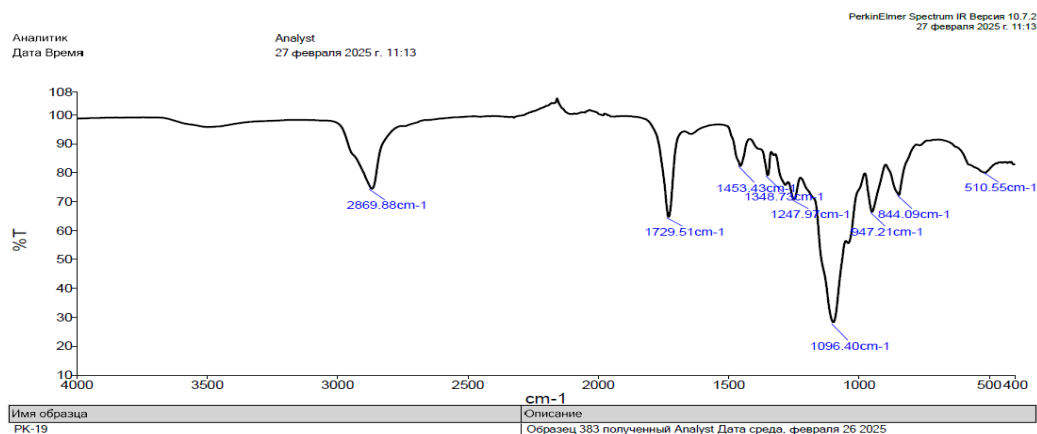
Reaksiya vaqti, soat

1-rasm. Reaksiyani amalga oshirishda vaqtning bog‘liqligi.

Polimerlanish reaksiyasining vaqtga bog‘liqligi 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, reaksiya vaqtini ko‘paytirish bilan superplastifikatorning dispergirlash qobiliyati ham ortib borgan. Bu hodisa konsentratsiya ko‘payishi natijasida polimerlanish samarasi,

sopolimerlanishning konversiya darajasi va dispergirlash qobiliyatining yaxshilanishi bilan tushuntiriladi. Biroq konversiya tezligi ortmagan, aksincha, ayrim nojo'ya reaksiyalar yuz bergan bo'lishi mumkin. Shu sababli, eng maqbul reaksiya vaqti 5 soatni tashkil etgan.

Sintez qilingan Polikarboksilat superplastifikatori koordinatsion birikmadagi funksional guruhlar va bog'lanishlarning tebranishlari Spectrum Two (Perkin Elmer) qurilmasida infraqizil spektroskopiya usuli yordamida o'rganildi. Spektrometrning yuqori sezuvchanligi  $400-4000\text{ cm}^{-1}$  oralig'ida tahlil qilishga imkon beradi, to'lqin raqamlar shkalasi  $3351.40-408.98\text{ cm}^{-1}$ .



### 2-rasm Sintez qilingan polikarboksilat superplastifikatorini IQ- spektr tasviri

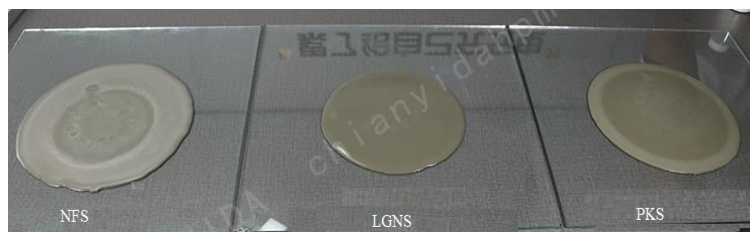
2-rasmda sintez qilingan polikarboksilat superplastifikatorini IQ- spektrni tahlili natijasiga ko'ra yutilish cho'qqisini mos ravishda  $2869.88\text{ cm}^{-1}$  metil ( $-\text{CH}_3$ ) va  $1288.45\text{ cm}^{-1}$  da efir guruhining ( $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ ) ko'rishimiz mumkin, bu HPEG-2400 makromonomerining polikarboksilatga muvaffaqiyatli kiritilishini ko'rsatadi. Karboksilat cho'zuvchi tebranish cho'qqisi ( $-\text{COO}-$ )  $1453.43\text{ cm}^{-1}$  simmetrik nuqtalarda ko'rishimiz mumkin.

Sintez qilingan polikarboksilat qo'shimchaning ba'zi xususiyatlari jadvalda keltirilgan

3- jadval.

Element	Sifat indeksi	Tahlil natijasi
Tashqi (25°C)	Oqdan och sariq ranggacha bo'lgan yoriqlar	Oq yoriqlar
Rang	$\leq 50$	10
Gidroksil qiymati; mg KOH/g	22.0-26.00	23.57
pH qiymati (1% suveritmasi)	5.00-7.00	6.57
Namlik; %	$\leq 0,5$	0,24
Yod qiymati; g I <sub>2</sub> /100g	$\geq 9,5$	10.2
To'yinmaganlik; mmol/g	$\geq 0,3712$	0,401
Ikki tomonlama obligatsiyani saqlash; %	$\geq 90$	96.3

Polikarboksilat suv kamaytiruvchi bo'lishining sababi shundaki, u dispersli sementning ta'sir qilish mexanizmgiga muvofiq samarali molekulyar tuzilmalarni hosil qiladi. Koagulyatsiya, past dozada yuqori plastifikatsiyalovchi, suyuqlikni yaxshi ushlab turadi. Polikarboksilat superplastifikatorlaridan foydalanish juda samarali bo'lsa-da, beton sanoatida polikarboksilat superplastifikatorlarini sotib olish qiyin. Shuning uchun bugungi kunda mahalliy xomashyo va ikkilamchi mahsulotlar asosida superplastifikatorlar sintez qilish, superplastifikatorlar qo'shish orqali beton mahsulotlarini ishlab chiqarish katta ahamiyatga ega. Iqtisodiy samaraga erishish uchun yangi avlod polikarboksilat suvda eruvchan agenti sifatida, xalqaro brendlarning oddiy suvda eruvchan agentlariga qaraganda yaxshiroq suvda eruvchan ta'sirga ega. Mana taqqoslash effekti:



3- rasm. Turli superplastifikator qo‘shilgan sement xamirining yoyilishi.

**Xulosa.** Radikal initsiatorni yuborishning eng maqbul usuli uni uzluksiz tomchilatib qo‘shishdan iborat bo‘lib, radikal initsiatorning optimal miqdori barcha monomerlar umumiy massasining 0.9 foizini tashkil etdi. Eritma konsentratsiya 28 % bo‘lib, reaksiya harorati 60<sup>0</sup> C gacha oraliqda bo‘ldi, reaksiya davomiyligi esa besh soatni tashkil etdi. Efir guruhlari, karboksil guruhlari va boshqa guruhlarni o‘z ichiga olgan mukammal molekulyar tuzilishli polikarboksilat superplastifikator olindi. Superplastifikator qo‘shilgan beton qarishmasining oquvchanligi konusga quyish orqali tekshirildi. Polikarboksilat superplastifikatori suv sarfini kamaytirishining sababi shundaki, u dispersli sementning ta‘sir qilish mexanizmiga muvofiq samarali molekulyar tuzilmalarni hosil qilishishidadir. GOST 1018032 ga ko‘ra, ishlab chiqarilgan shakllar 24 soat davomida 20°C haroratda saqlanadi, keyin beton namunalari qoliplardan chiqariladi va 3, 7 va 28 kunlardagi mustahkamliklari o‘rganildi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shanshan Qian et al. Synthesis, characterization and working mechanism of a novel polycarboxylate superplasticizer for concrete possessing reduced viscosity[J]. Construction and Building Materials, 2018, 169: 452-461.
2. Lina Zhong. Synthesis and properties of mud resistant polycarboxylate superplasticize [J]. New building materials, 2018,45 (05): 41-44 + 48.
3. Yunhui Fang. Preparation and characterization of viscosity reducing polycarboxylate superplasticizer with different molecular structures [J]. New building materials, 2017,44 (06): 104-108 + 121.
4. Yunhui Fang. Application of polycarboxylate superplasticize molecular design in prestressed high strength concrete pipe pile [J]. New building materials, 2012,39 (08): 32-35 + 67.
5. Spiratos, N.; Page, M.; Mailvaganam, N. P.; Malhotra, V. M.; Jolicoeur, C. Superplasticizers for Concrete: Fundamentals, Technology, and Practice; Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development: Ottawa, 2003.
6. Plank, J.; Sakai, E.; Miao, C. W.; Yu, C.; Hong, J. X. Chemical admixtures – Chemistry, applications and their impact on concrete microstructure and durability. Cem. Concr. Res. 2015, 78, 81–99.
7. Äitcin, P.-C.; Flatt, R. J. Science and Technology of Concrete Admixtures, 1st ed.; Woodhead Publishing, 2016.
8. Yamada, K.; Takahashi, T.; Hanehara, S.; Matsuhisa, M. Effects of the chemical structure on the properties of polycarboxylate-type superplasticizer. Cem. Concr. Res. 2000, 30, 197–207.
9. Zhang, Y.; Kong, X. Correlations of the dispersing capability of NSF and PCE types of superplasticizer and their impacts on cement hydration with the adsorption in fresh cement pastes. Cem. Concr. Res. 2015, 69, 1–9.
10. Uchikawa, H.; Hanehara, S.; Sawaki, D. The role of steric repulsive force in the dispersion of cement particles in fresh paste prepared with organic admixture. Cem. Concr. Res. 1997, 27, 37–50.
11. Jolicoeur, C.; Simard, M.-A. Chemical admixture-cement interactions: Phenomenology and physico-chemical concepts. Cem. Concr. Compos. 1998, 20, 87–101.
12. Yoshioka, K.; Sakai, E.; Daimon, M.; Kitahara, A. Role of steric hindrance in the performance of superplasticizers for concrete. J. Am. Ceram. Soc. 1997, 80 (10), 2667–2671.
13. Houst, Y. F.; Bowen, P.; Perche, F.; Kauppi, A.; Borget, P.; Galmiche, L.; Le Meins, J. F.; Lafuma, F.; Flatt, R. J.; Schober, I. Banfill, P. F. G.; Swift, D. S.; Myrvold, B. O.; Petersen, B. G.; Reknes, K. Design and function of novel superplasticizers for more durable high performance concrete (superplast project). Cem. Concr. Res. 2008, 38, 1197–1209.
14. Hirata, T.; Ye, J.; Branicio, P.; Zheng, J.; Lange, A.; Plank, J.; Sullivan, M. Adsorbed conformations of PCE superplasticizers in cement pore solution unraveled by molecular dynamics simulations. Sci. Rep. 2017, 7, 16599.
15. Ottewill, R. H.; Walker, T. The influence of non-ionic surface active agents on the stability of polystyrene latex dispersions. Colloid Polym. Sci. 1968, 227 (1–2), 108–116.

16. Liu, X.; Guan, J.; Lai, G.; Wang, Z.; Zhu, J.; Cui, S.; Lan, M.; Li, H. Performances and working mechanism of a novel polycarboxylate superplasticizer synthesized through changing molecular topological structure. *J. Colloid Interface Sci.* 2017, 504, 12–24.

17. Ao, L.; Zhao, W.; Lei, Q.; Wang, D.; Guan, Y.; Liu, K.; Guo, T.; Fan, X.; Wei, X. Synthesis of a novel polycarboxylate superplasticizer with hyperbranched structure. *Chemistry Select* 2018, 3, 13493–13496.

18. Zhu, Q.-H.; Zhang, L.-Z.; Min, X.-M.; Yu, Y.-X.; Zhao, X.-F.; Li, J.-H. Comb-typed polycarboxylate superplasticizer equipped with hyperbranched polyamide teeth. *Colloids Surf., A* 2018, 553, 272–277.

19. Ismoilov F.S. Karimov M.U., Djalilov A.T., Mo‘minov B.S. Polikarboksilatli superplastifikator sintez qilish va uning samaradorligi. // QarDU xabarları. Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. – Qarshi, 2024 4(2). <https://qarshidu.uz/oz/page/ilmiy-jurnal-NEW-128-132-bet>.

## MAHALLIY XOMASHOYOLARDAN “AGROBENTAFOS” INNOVATSION O‘G‘ITINI ISHLAB CHIQRISH

**Eshqurbonov Furqat**

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, professor

[furqat-8484@mail.ru](mailto:furqat-8484@mail.ru)

ORCID ID 0000-0002-3182-9407

**Hamidov Azim**

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, o‘qituvchi

[azimhamidov75c833ma@gmail.com](mailto:azimhamidov75c833ma@gmail.com)

ORCID 0009-0008-6537-4675

**Ashurova Asal Abdulim qizi**

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

talaba

[asaashuroval@gmail.com](mailto:asaashuroval@gmail.com)

UDK. 541,64.678.05

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Mahalliy xomashoylardan yangi turdagi Agrobentafos innovatsion o‘g‘it ishlab chiqarish texnologiyasi keltirilgan. Bu o‘g‘it tarkibida  $P_2O_5$  17%, N 8%,  $K_2O$  3%, CaO 26% va Mg 1,7%, S 20 % miqdorda va boshqa mikro- va makroelementlar mavjud. O‘g‘itning asosiy qismini Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida joylashgan Guliob fosforiti hamda Jarqo‘rg‘on tumanida joylashgan xovdag bentoniti asosida ishlab chiqariladi. Bundan tashqari, o‘g‘it g‘ovakligini oshirish maqsadida umumiy massaga nisbatan 2% miqdorda Sharg‘un ko‘mir koni kukunidan qo‘shilgan. Maqolada ishlab chiqarish texnologiyalari va sarflanadigan energiya hamda material balanslari yoritib berilgan. Ishlab chiqarishning texnologik sxemasida quritish pechi va granulalash qurilmasi umumlashtirilib, PGS (quritib granulalash apparati) qurilmasi taklif qilingan.

**Kalit so‘zlar.** Agrobentofos, azot, aylanma pech, o‘g‘it, fosforit uni, Guliob, maydalagich, silindr, elevator.

## PRODUCTION OF THE INNOVATIVE FERTILIZER "AGROBENTAFOS" FROM LOCAL RAW MATERIALS

**Abstract.** This article presents the technology for producing a new type of innovative Agrobentaphos fertilizer from local raw materials. This fertilizer contains 17%  $P_2O_5$ , 8% N, 3%  $K_2O$ , 26% CaO, 1.7% Mg, 20% S, and other micro and macroelements. The main component of the fertilizer is produced using Guliob phosphorite from the Sariosiyo district and Khovdag bentonite from the Jarqo‘rg‘on district, both located in the Surkhandarya region. Additionally, to increase the porosity of the fertilizer, powder from the Sharg‘un coal deposit was added at 2% of the total mass. The article details the production technologies, energy consumption, and material balances. In the technological scheme of production, the drying furnace and granulation unit are combined, and a PGS (drying granulation apparatus) unit is proposed.

**Keywords.** Agrobentophos, nitrogen, rotary kiln, fertilizer, phosphorite powder, Guliob, crusher, cylinder, elevator.

**Kirish.** Tuproqlardan yuqori hosil olishning asosiy omili uni mineral va ozuqa elementlari bilan yetarli darajada ta‘minlashdir. Bundan tashqari tuproqning tuzilishi,

donadorligi, hajm massasi, g'ovakligi, uning suv o'tkazuvchanligi, suvni ushlab turish qobiliyati ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Aholini uzluksiz tabiiy va sifatli oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlash uchun o'simliklar mo'l hosil berishi va uzoq muddat yashashi zarur. Bu maqsadga erishish uchun o'simliklarning ildiz tizimi yaxshi rivojlanishi kerak. Ildiz tizimining yaxshi rivojlanishi, modda almashinuvi tuproqdagi gaz almashinuvi mikrobiologik jarayonlarining maqbul o'tishi uchun tuproq nam sig'imi, suv ushlab turish qobiliyati yaxshi bo'lishi kerak.

Bu natijalarga erishish uchun yangi turdagi o'g'itlar ishlab chiqarish zarur. Ishlab chiqariladigan o'g'itlarga bo'lgan talab faqatgina o'simliklarni makro ozuqa elementlari bilan ta'minlashdan tashqari ularga kam miqdorda zarur bo'ladigan mikroelementlar bilan ham ta'minlash, suvni o'ziga yaxshi ushlab turuvchi, mikro- va makroelementlarning o'simlikga to'la so'rilishi uchun katalizatorlik vazifasini ham bajarishi zarur.

Mikroelementli "Agrobentofos" mineral o'g'iti mikro- va makroelementlarga boy turli xil xomashyolar asosida ishlab chiqariladi. Agrobentofos mahsulotining xomashyosi bo'lgan bentonit Surxondaryo viloyatining Jarqo'rg'on tumanida 1091 ming tonna bentonit xomashyosi zaxirasi mavjud bo'lgan "Xovdak" karyeridan kukun holatida foydalaniladi.

Dunyoda ko'p olimlar bentonit mineralini turli yo'llar bilan faollashga harakat qilganlar. Bular ichida eng samaralisi issiqlik bilan ishlov berish ekanligi aniqlangan [1].

Bu usul yordamida boyitilgan Xovdak bentonitining tarkibi kimyoiy usullar yordamida miqdoriy analiz qilingan. Ishqor va kislota eritmasi bilan hamda qizdirish usuli yordamida boyitilgan [2].

Foskonsentrat sifatida Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida joylashgan Guliob past navli tabiiy fosforit mineralidan foydalanilgan. Guliob fosforit koni 30 km uzunlikka va 60 m chuqurlikka cho'zilgan bo'lib, Guliob fosforiti tarkibi asosan dallit va diadoksit minerallaridan iborat. Guliob fosforit rudasida ushbu minerallarning umumiy miqdori 31% ni tashkil etadi. Yuqorida keltirilgan tabiiy fosforit mineral rudalari turlariga ko'ra Guliob fosforiti donador granulali turiga kiradi. [3]. Sariosiyodagi bu fosforit tarkibida 551 ming tonna  $P_2O_5$  ni mavjud. Bu fosforitlarning asosiy ranglari qora va jigarrangdir. Qora va jigarrang fosforitlar tarkibida  $P_2O_5$  ning miqdori 4,13 dan 22,30 % gachani tashkil etadi.  $P_2O_5$  tashqari fosforit minerali tarkibidagi  $MgO$ ,  $CO_2$ ,  $F$ ,  $SO_3$  lari ham uchraydi. Bu mineral tarkibida yana bir qancha mikroelementlar ham uchraydi. [4. 75-77 b]. Bu esa Agrobentofos o'g'itimiz tarkibini yana-da boyitadi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ushbu tadqiqot ishida amaldagi fosforli o'g'itlar olish texnologiyasi takomillashtirilgan. Bunda donadorlashtirgich qurilmasi va quritish pechini birlashtirib BGS (barabanli donadorlashtirgichli quritgichdan) aparatida ishlatilgan.

O'rganishlar natijasida Sariosiyo tumanidagi Guliob fosforiti tarkibida talab darajasida  $P_2O_5$  mavjud bo'lmasa ham, ularni turli xil tarkibida mineral moddalar mavjud bo'lgan xomashyolar bilan modifikatsiyalab, yangi aralash turdagi o'g'it olish mumkinligi ushbu tadqiqot ishida isbotlangan [5].

"Agrobentofos" mineral o'g'itini ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyo va materiallardan yana biri – kaliyxlord hisoblanadi. Bu kaliyxlord Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumanidagi DKZ" AJ mahsuloti hisoblanadi. Bu kaliyxlord tarkibida KCl-95% bo'lib, ozuqaviy kaliyning miqdori  $K_2O$ -60% bo'ladi. Bu kaliyxlord qizil-qo'ng'ir rangli bo'lib, uning namligi 1,0 % dan oshmaydi [7].

"Agrobentofos" mineral o'g'itini ishlab chiqarishda ishlatiladigan ammoniy sulfat mahsulotining tarkibida azotning miqdori N-21% ni tashkil qiladi. Ammoniy sulfatning tozalik darajasi 99 % dan kam emas (99,5%  $NH_4SO_4$ ). Ushbu ammoniy sulfat "Navoiy Azot" AJ dan olinadi.

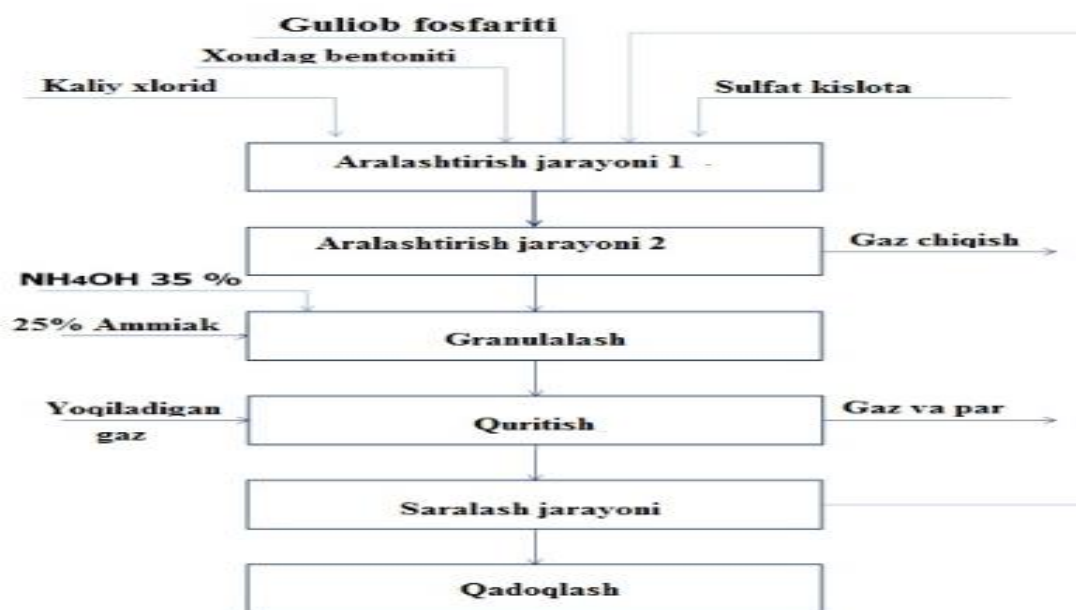
Agrobentofos o'g'iti tarkibidagi azot miqdorini yanada oshirish uchun "Navoiy Azot" AJ dan ammiakli suvdan foydalaniladi. Bu jarayonda foydalaniladigan ammiakli

suv tarkibida kamida 25% ammiak bo‘ladi [8]. Fosforit mineralini parchalash uchun 92,5% li sulfat kislotalardan foydalaniladi.

**Natijalar va muhokama.** “Agrobentofos” mineral o‘g‘itini ishlab chiqarish texnologik jarayonining ketma-ketligi quyidagi tartibda boradi. Ishlab chiqarilayotgan o‘g‘it mineral va mikroelementlarga boy bentonit kukuni, fosforit uni hamda kaliy xlorid o‘g‘itini nisbatli aralashmasidan, ammiak suvi hamda sulfat kislotasini ta’sir ettirish yo‘li bilan agrobentofos o‘g‘iti ishlab chiqariladi.

Asosiy ishlab chiqarish kichik bo‘limlardan iborat bo‘lib, bunda: xomashyoni saqlash ombori va xomashyoni saqlash bunkeri, xomashyoni reagentli aralashtirish, komponentlarni eritish bo‘limi, granulalash, reagent saqlash, tayyorlash va uzatish bo‘limi, quritish va sovitish bo‘limi, maydalash va saralash bo‘limi, tayyor mahsulotni qadoqlash va saqlash omboridan iborat.

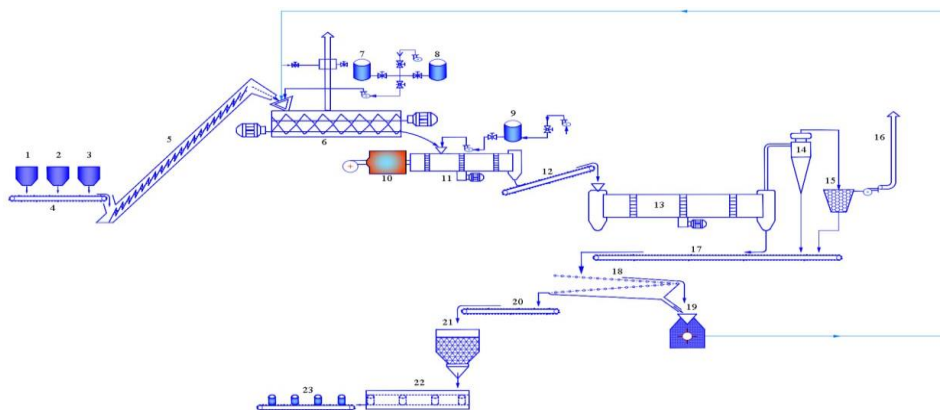
**Agrobentafos o‘g‘itini ishlab chiqarish prinsipial sxemasi**



**Agrobentafos innovatsion o‘g‘iti ishlab chiqarishdagi material balansi.**

1-jadval.

No	Ishlab chiqarish masulotlari	Miqdori kg/soat	Tarkibi %	Ajratib olish koeffitsiyenti %
<b>Kirish</b>				
1	Foskonsentrat	750	18-24	100
2	Bentonit kukuni	137,5	18 mikroelementdan iborat	
3	Kaliy xlorid	87,5	95-97	
4	Sulfat kislotasi	475	90-92,5	
5	Ammiak	37,5	20-21	
6	Suv	187,5		
7	<b>Jami:</b>	<b>1675</b>	<b>100</b>	
<b>Chiqish</b>				
	Agrobentofos	1250	74,6	74,6
	Bug‘lanish	275	16,5	16,5
	Aspiratsiya	150	8,9	8,9
	<b>Jami:</b>	<b>1675</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



2-rasm. “Agrobentofos” innovatsion o‘g‘itini ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

1,2,3-bunkerlar, 4-pitatel, 5-12-17-20 elevator, 6- shnekli aralashtirgich, 7,8,9-bak, 10-gaz uzatgich, 11- barabanli donadorlashtiruvchi quritkich (BDQ) 13-barabanli sovutkich, 14-siklon, 15-elektrofiltr, 16-gaz chiqargich, 18-yarimvibratsion elak, 19-maydalagich, 21-tayyor mahsulot bunkeri, 22-qadoqlash qurilmasi, 23-qadoqlangan tayyor mahsulot.

Ushbu texnologiyaning ishlash tartibi quyidagicha: O‘g‘it ishlab chiqarish uchun xomashyolar to‘liq kukun holida foydalaniladi. Bu jarayonda 1,2,3 bunkerlarda maydalanagan fosforit, bentonit, kaliy xloridlar pitateldan 545:157:100 nisbatda elevator orqali aralashtirgichga yuboriladi. Aralashtirgichda fosforit, bentonit va kaliy xlorid 7-8 bunkerlardagi sulfat kislota va ammoniy gidroksidlari bilan ta’sirlashtirilib bo‘tana hosil qilinadi. Hosil bo‘lgan bo‘tanani shnekdan ammiakli suv bilan aralashtirib 11- barabanli donadorlashtiruvchi quritish qurilmasiga yuboriladi. Barabanli donadorlashtiruvchi quritish qurilmasi 10-gaz uzatish qurilmasi yordamida gaz uzatilib 100-140°C gacha qizdirib Agrobentofos innovatsion donalari hosil boladi. Hosil bo‘lgan donadorlashgan o‘g‘it barabanli donadorlashtiruvchi quritish qurilmasidan 12-elevator orqali sovitish qurilmasi 13 ga yuboriladi va bu qurilmadan chiqayotgan gazlar siklonga 1 ga yuboriladi. Siklondan o‘tgandan keyin gazlar elektrofiltr 15 ga yuboriladi va elektrofiltrdan atmosferaga chiqarib yuboriladi. Sovigan o‘g‘it elevator 17 orqali klassifikatsiya jarayoni uchun 18-yarim vibratsion elakka uzatiladi. Bu yerda donadorlangan Agrobentofos o‘g‘iti uch xil qismga ajraladi. Yirik va kichik donalar 19- bolg‘ali maydalagichga yuborilib maydalanadi va shnekli aralashtirgichga yuboriladi. Yarim tebranma elakdan chiqqan mahsulotlar elevator orqali tayyor mahsulot saqlanadigan 21-bunkerga yuboriladi. Tayyor mahsulot saqlanadigan bunkerdan 22-qadoqlash qurilmasiga yuborilib qadoqlanadi.

**Xulosa va takliflar.** Mazkur tadqiqot ishida mahalliy xomashyolar asosida tarkibida  $P_2O_5$ , N,  $K_2O$ , CaO va Mg, S mavjud bo‘lgan yangi turdagi o‘g‘it ishlab chiqildi. Agrobentofos o‘g‘itini ishlab chiqarish jarayonida amaldagi GOST talablari asosida xomashyolar tanlandi. Asosiy xomashyolar sifatida mahalliy Gullob fosforitlari va Xovdak bentoniti tanlab olindi va ularning tarkiblari va miqdorlari o‘rganildi. Agrobentofos innovatsion o‘g‘itini ishlab chiqarish jarayoni material balansi va prinsipial sxemasi yaratiladi. Yaratilgan ma’lumotlar asosida “Agrobentofos” innovatsion o‘g‘itini ishlab chiqarishning optimal texnologik sxemasi taklif etildi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1.Long Hai,Jiarui Wang. Experimental study on the heat treatment reaction process of bentonite. [Scientific Reports](#) volume 14, Article number: 16649 (2024)

2.Eshqurbonov F.B., Hamidov A.P. Xovdag bentonitining sanoatdagi ahamiyati va fizik-kimyoviy tahlili. // “Mexanika va texnologiya“ ilmiy jurnali. № 2 (9), 2024 Maxsus son.

3.Беглов Б.М., Намазов Ш. С., Мирзакулов Х.Ч., Умаров Т.Ж. // Активасия природного фосфатного сырья. – Ташкент – Ургенч, Изд-во «Хорезм». – 1999. – 112 с.

4.Кушаков Ж.М., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Раджабов Р., Маматалиев А.А. Гулиобские фосфориты в качестве фосфорного удобрения для местного применения // Модифицированная аммиачная селитра с добавкой серпентинита // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов». - Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022. – С. 75-77.

5.Eshqurbonov F.B., Hamidov A.P. Tabiiy guliob fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibini aniqlash usullari. FarDU. Ilmiy xabarlar. Volume 30 Issue 6, 2024-yil. DOI: [10.56292/SJFSU/vol30\\_iss6/a107](https://doi.org/10.56292/SJFSU/vol30_iss6/a107).

6. Eshqurbonov F.B., Hamidov A. P. Xovdag bentonitining sanoatdagi ahamiyati va fizik-kimyoviy tahlili. Механика и технология 2 (9) Спецвыпуск (2024): 149-153.

7. ГОСТ 4568–95 Калий хлористый. Технические условия. Дата введения 1997-07-01.

8. ГОСТ 9.2.248–90 Аммиак водный технический. Технические условия. Дата введения 1992-01-01.

9. Eshqurbonov Furqat, Hamidov Azim. Tabiiy guliob fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibini aniqlash usullari. // Farg‘ona davlat universiteti 6 (2024): 107-107.

### **ANONAIN, REMERIN, L-IZOREMERIN ALKALOIDLARINING PASS ONLINE VA SWISSADME DASTURLARI YORDAMIDA OLINGAN BIOLOGIK FAOLLIKLARI TAHLILI**

**Jalolov Ikboljon Jamolovich<sup>1</sup>**

**Maraimova Umidaxon Rustamovna<sup>2</sup>**

**Jurakulova Nigora Xolmatovna<sup>3</sup>**

Farg‘ona davlat universiteti  
k.f.d.(DSc), dotsent<sup>1</sup>

Farg‘ona davlat universiteti  
mustaqil izlanuvchisi.<sup>2</sup>

Qarshi davlat universiteti

Noorganik kimyo kafedrasi dotsenti (PhD)<sup>3</sup>

[juraqulova80@mail.ru](mailto:juraqulova80@mail.ru)

ORCID 0009-0002-4643-8756

UDK 546:548.736(045)

**Annotatsiya.** Ushbu ilmiy maqolada remerin, anonain, izoremerin alkaloidlarining biologik faolliklarini dasturiy ta’minot orqali tahlil qilindi va taqqoslandi. Tadqiqot natijalari dori dizayni, materialshunoslik va kataliz sohaslarida molekulyar darajadagi o‘zaro ta’sirlarni o‘rganish, shuningdek, yangi biofaol birikmalarni modellashtirish uchun nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi. 7C62 oqsili neyrodegenerativ kasalliklar bilan bog‘liq bo‘lib, ushbu ligandlarning oqsil bilan bog‘lanish qobiliyati ularning potensial Parkinson kasalligiga qarshi terapevtik ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatishi mumkin. Remerin oqsilning faol markazi bilan eng yaxshi bog‘lanib, potensial terapevtik modda sifatida ustunlik qiladi. Ushbu alkaloidlar Parkinson kasalligi bilan bog‘liq oqsillarga potensial ingibitor sifatida xizmat qilishi mumkin.

**Kalit so‘zlar:** anonain, remerin, izoremerin, kvant kimyo, molekulyar modellashtirish, zaryad taqsimoti, bog‘ uzunligi, farmakologik faollik, antibakterial xususiyatlar, antivirus ta’siri, elektron xossalari, 7C62 oqsili

### **ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL ACTIVITIES OF ANONAIN, REMERIN, L-IZOREMERIN ALKALOIDS OBTAINED WITH THE PASS ONLINE AND SWISSADME PROGRAMS.**

**Annotation.** In this scientific article, the biological activities of remerin, anonain, and izoremerin alkaloids were analyzed and compared using software. The results of the study serve as a theoretical basis for studying interactions at the molecular level in the fields of drug design, materials science, and catalysis, as well as for modeling new bioactive compounds. The 7C62 protein is associated with neurodegenerative diseases, and the ability of these ligands to bind to this protein may indicate their potential therapeutic value against Parkinson's disease. Remerin

binds best to the active center of the protein, making it an excellent candidate as a potential therapeutic agent. These alkaloids may serve as potential inhibitors of proteins associated with Parkinson's disease.

**Keywords:** anonain, remerin, izoremerin quantum chemistry, molecular modeling, charge distribution, bond length, pharmacological activity, antibacterial properties, antiviral effect, electronic properties, molecular geometry, reactivity.

**Kirish.** PASS (online) - moddalarning strukturasi asosida ularning biologik faolligini o'rganishga mo'ljallangan dastur hisoblanadi. Biologik faol moddalar o'zlarining ichki xususiyatlari orqali biologik obyektlar bilan o'zaro ta'sirlashish qobiliyatini ifodalaydi. Ushbu dastur ma'lum moddalarga Pa va Pi qiymatlarini belgilaydi, bu esa ularning farmakologik faollik ehtimolini aks ettiradi. Pa – moddaning farmakologik faol ekanligini, Pi esa farmakologik faol emasligini bildiradi. Agar  $Pa > 0.71$  bo'lsa, molekula ushbu faollikni namoyon qilishi ehtimoli yuqori bo'ladi. PASS (online) dasturi strukturaga asoslangan biologik faollik tamoyili bo'yicha ishlaydi, bunda Pa qiymati moddaning qaysi kasallikka qarshi farmakologik faolligini aniqlasa, Pi qiymati esa ushbu faollikning past darajasini ko'rsatadi.

**Adabiyotlar tahlili.** Alkaloidlarning biologik faolligini o'rganish farmatsevtika kimyosida ustuvor yo'nalishlardan biri bo'lib, zamonaviy kompyuter modellashtirish vositalari ushbu jarayonni tezlashtirish va optimallashtirish imkonini beradi. Lagunin va hamkorlari (2000) tomonidan ishlab chiqilgan PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances) dasturi modda strukturasi asosida ularning farmakologik xususiyatlarini oldindan baholash imkonini beruvchi ilg'or tizimlardan biri bo'lib, dastur farmakologik izlanishlar bosqichida laboratoriya resurslarini tejash imkonini beradi.

Molekulyar doking metodlari esa modda va maqsad oqsil o'rtasidagi bog'lanish energetikasini baholash orqali ularning o'zaro ta'sir kuchini aniqlashda qo'llaniladi. Trott va Olson (2010) tomonidan ishlab chiqilgan AutoDock Vina algoritmi yuqori hisoblash tezligi va aniq natijalar berish xususiyati bilan ajralib turadi. Ushbu metodologiya Parkinson kasalligi bilan bog'liq oqsillar – xususan, D2 dopamin retseptori (PDB ID: 7C62) – bilan potensial inhibitorlarni aniqlashda keng qo'llanadi.

Parkinson kasalligi patogenezi dopaminergik neyronlarning degeneratsiyasi,  $\alpha$ -sinuklein agregatsiyasi va LRRK2 hamda MAO-B fermentlari faolligi bilan chambarchas bog'liq (Schapira & Jenner, 2011; Poewe va boshq., 2017). Hozirgi davolash usullari asosan simptomatik bo'lib, kasallik rivojlanishini to'xtatadigan samarali dorilar mavjud emas. Shu bois yangi tabiiy va sintetik birikmalar, jumladan, alkaloidlar ushbu kasallik terapiyasida istiqbolli nomzodlar sifatida ko'rib chiqilmoqda.

Tabiiy alkaloidlar, xususan, anonain, remerin va izoremerin – o'zlarining ko'p qirrali farmakologik ta'sirlari tufayli neyroprotektiv, antioksidant va MAO-B inhibitori sifatida o'rganilgan (Juárez-Moreno va boshq., 2019; Zhang & Liu, 2018). Ularning molekulyar tuzilishi lipofillik va membrana o'tkazuvchanlik darajasini ta'minlab, markaziy asab tizimiga yetib borish imkonini oshiradi.

Bundan tashqari, kichik molekulyar moddalarning antineoplastik faolligi ham ilmiy e'tibor markazida bo'lib, ular saraton kasalliklariga qarshi yangi dori dizaynida qo'llanmoqda (Zhang, Chen & Gueydan, 2018). Shu nuqtayi nazardan, alkaloidlarning ko'p tarmoqli biologik faolligi ularni nafaqat neyrodegenerativ kasalliklar, balki boshqa kasalliklar uchun ham istiqbolli farmakoforlar qatoriga kiritadi.

Xorijiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, PASS va SWISSADME kabi

hisoblash dasturlarini molekulyar doking bilan birgalikda qo'llash, alkaloidlarning farmakologik profillarini tez va ishonchli baholash imkonini beradi. Bu esa eksperimental bosqichga o'tishdan oldin istiqbolli nomzodlarni saralashda muhim ahamiyat kasb etadi.

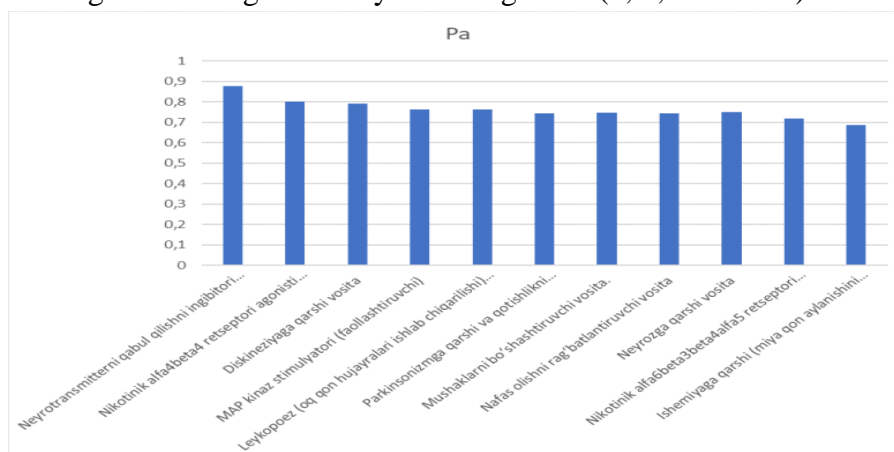
**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot obyekti bo'lgan alkaloidlarning 3D molekulyar modellari ChemDraw dasturida chizilib, Chem3D yordamida energetik minimallashtirish bajarildi. Molekulalarning geometrik parametrlari optimallashtirilib, ularning energetik barqaror holatlari aniqlashtirildi.

**Biologik faolligni prognoz qilish.** Alkaloidlarning farmakologik xususiyatlari PASS Online dasturi (Lagunin va boshq., 2000) orqali tahlil qilindi. Har bir modda uchun farmakologik faol bo'lish ehtimoli Pa va faol bo'lmaslik ehtimoli Pi qiymatlari hisoblandi. Olingan natijalar biologik ta'sir yo'nalishlari bo'yicha taqqoslandi.

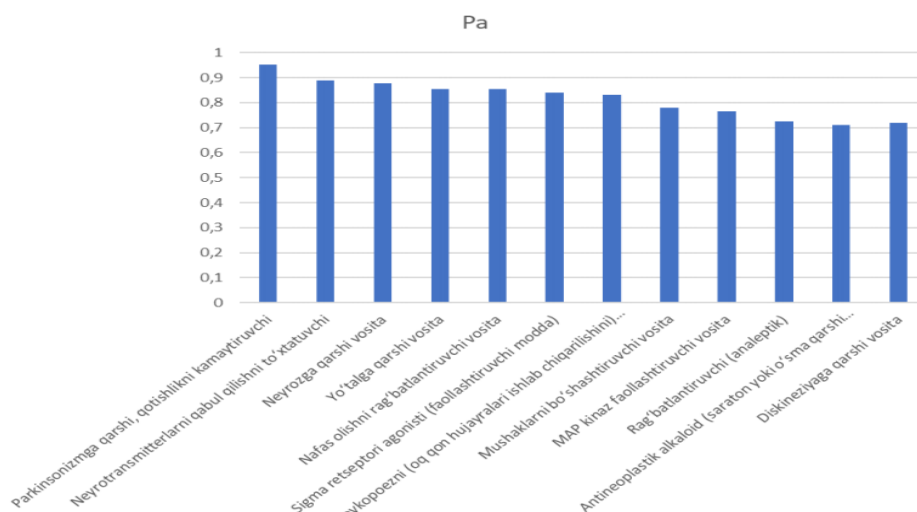
**Farmakokinetik parametrlarni baholash.** Molekulalarning ADME (Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion) profili SwissADME platformasi yordamida aniqlanib, lipofillik (LogP), suvda eruvchanlik, qon-miya to'sig'idan o'tish qobiliyati va orqanizmdagi metabolizm xususiyatlari baholandi. Ushbu bosqich molekularning markaziy asab tizimiga yetib borish ehtimolini aniqlash imkonini berdi.

**Molekulyar doking tahlili.** Alkaloidlarning Parkinson kasalligiga aloqador D2 dopamin retseptori (PDB ID: 7C62) bilan bog'lanish imkoniyatlari tahlil qilindi.

**Natija va muhokamarlar.** Ushbu dastur yordamida anonain, remerin va 1-isoremerinlarning farmakologik xususiyatlari o'rganildi (1, 2, 3-rasmlar).



1-rasm. Anonainning PASS Online dasturida yordamida olingan tahlil natijalari.



2-rasm. Remerinning PASS Online dasturida yordamida olingan tahlil natijalari.



**3-rasm. 1-Isoremerinning PASS Online dasturida yordamida olingan tahlil natijalari.**

**Parkinsonizmga qarshi faollik.** Remerin va Isoremerin ushbu faoliyat bo'yicha bir xil yuqori ko'rsatkichlarga ega ( $P_a = 0,952$ ), bu esa ularning Parkinsonizmga qarshi samaradorligi bo'yicha teng kuchlilikka ega ekanligini ko'rsatadi. Anonainning ushbu sohadagi  $P_a$  qiymati nisbatan pastroq ( $P_a = 0,745$ ), bu uning ikkilamchi potensialga ega ekanligini bildiradi. Ushbu natijalar Remerin va Isoremerinni Parkinson kasalligini davolashda istiqbolli dori vositalari sifatida baholash mumkinligini ko'rsatadi.

**Neyrodegenerativ kasalliklar bilan bog'liq faollik.** Remerin va Isoremerin ushbu faoliyat bo'yicha yuqori ko'rsatkichga ega ( $P_a = 0,888$ ), bu esa ularning neyrodegenerativ kasalliklarni davolashda samarali ekanligini bildiradi. Anonain esa juda yaqin natija ko'rsatgan ( $P_a = 0,876$ ) bo'lib, u ham ushbu yo'nalishda kuchli nomzod sifatida baholanishi mumkin.

**Neyrozga qarshi faollik.** Remerin va Isoremerin ushbu yo'nalishda yana bir bor yuqori natijaga ega ( $P_a = 0,876$ ), bu esa ularning neyrodegenerativ kasalliklarda qo'llash potensialini tasdiqlaydi. Anonainning neyrozga qarshi faolligi nisbatan pastroq ( $P_a = 0,751$ ), ammo u ham samarali vosita bo'lishi mumkin. Bu natijalar ushbu uch moddaning neyroprotektiv xususiyatlarini chuqurroq tadqiq qilish zaruratini ko'rsatadi.

Remerin va Isoremerinda yo'talga qarshi faollik qayd etilgan ( $P_a = 0,853$ ), bu esa ularni respirator kasalliklarni davolash uchun istiqbolli vosita sifatida baholashga imkon beradi. Anonain esa ushbu xususiyatga ega emas.

**Nafas olishni rag'batlantirish.** Nafas olishni rag'batlantirish bo'yicha Remerin va Isoremerin yuqori natijalarni ko'rsatgan ( $P_a = 0,854$ ), Anonain esa bu borada nisbatan pastroq samaradorlikka ega ( $P_a = 0,745$ ). Ushbu natijalar ushbu moddalarning respirator muammolar bilan bog'liq davo potensialini baholash uchun qo'shimcha tadqiqotlarni talab qiladi.

**Sigma retseptorlarini faollashtirish.** Sigma retseptorlarini faollashtirish stress, depressiya va neyrodegenerativ kasalliklarni davolashda muhim ahamiyatga ega. Remerin va Isoremerin faollik bo'yicha kuchli natijaga ega ( $P_a = 0,84$ ), Anonainda esa bunday faoliyat aniqlanmagan. Bu natijalar ushbu moddalarning psixiatrik kasalliklarni davolashda muhim rol o'ynashi mumkinligini ko'rsatadi. **Immunomodulyator faollik.** Remerin va Isoremerin immunomodulyator faollik bo'yicha yuqori natijalarni ko'rsatgan ( $P_a = 0,831$ ), Anonain esa biroz pastroq ( $P_a = 0,762$ ) natija qayd etgan. Ushbu natijalar ushbu moddalarning immun tizimiga ta'sirini o'rganish bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borish zarurligini anglatadi.

**Mushaklarni bo'shashtiruvchi faollik.** Remerin va Isoremerin ushbu yo'nalishda teng natijaga ega ( $P_a = 0,78$ ), Anonain esa ushbu faollik bo'yicha biroz pastroq ( $P_a = 0,746$ ) natija qayd etgan. Bu esa Remerin va Isoremerinni mushaklarni bo'shashtiruvchi dori vositasi sifatida qo'llash imkoniyatini ochib beradi.

**Antineoplastik faollik.** Remerin va Isoremerinda antineoplastik faollik kuzatilgan, bu esa ushbu moddalarning saraton kasalliklariga qarshi potensial dorilar sifatida

baholanishi mumkinligini ko'rsatadi. Anonainda bunday xususiyat aniqlanmagan.

Remerin va Iso-remerin biologik faolliklari bo'yicha ko'plab yo'nalishlarda bir xil yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lib, neyrodegenerativ va immun tizimi kasalliklarini davolashda qiziqarli tadqiqot obyektlariga aylanishi mumkin. Xususan, ushbu moddalar Parkinson kasalligiga, neyrodegenerativ kasalliklarga va sigma retseptorlarini faollashtirish orqali stress va depressiyaga qarshi samaradorlik ko'rsatishi bilan ajralib turadi. Shuningdek, ularda immunomodulyator, yo'talga qarshi, nafas olishni rag'batlantiruvchi va mushaklarni bo'shashtiruvchi xususiyatlar ham mavjud.

**Anonain, remerin, 1-isoremerin alkaloidlarining Parkinson kasalligiga tegishli oqsil bilan molekulyar doking tahlili.** Molekulyar doking tahlili orqali anonain, remerin va 1-isoremerin birikmalarining Parkinson kasalligiga aloqador asosiy oqsillar bilan bog'lanish qobiliyati baholanadi. Ushbu uch modda tabiiy kelib chiqishga ega bo'lib, ularning farmakologik ta'sir doirasi hali to'liq o'rganilmagan. Lipofillik va suvda eruvchanlik xususiyatlari ularning biologik membranalardan o'tish qobiliyatini belgilaydi, bu esa markaziy asab tizimiga yetib borish ehtimolini oshiradi. Quyida molekulyar doking usuli yordamida anonain, remerin va 1-isoremerinning D2 retseptori (7C62 oqsili) bilan o'zaro ta'siri baholanib, ularning potensial Parkinson kasalligiga qarshi terapevtik ta'siri ilmiy asosda tahlil qilinadi(1-jadval).

1-jadval

**Anonain, remerin, 1-isoremerin alkaloidlarining 7C62 oqsili aminokislotalari qoldiqlari bilan bog'lanish energiyalari**

№	Anonain (kkal/mol)	Remerin (kkal/mol)	1-Isoremerin (kkal/mol)
1	-7.58	-7.86	-7.25
2	-7.58	-7.86	-7.24
3	-7.58	-7.86	-7.23
4	-7.58	-7.86	-7.15
5	-7.58	-7.86	-7.15
6	-7.57	-7.86	-7.14
7	-7.57	-7.86	-7.13
8	-7.57	-7.85	-7.11
9	-7.55	-7.85	-6.97
10	-7.22	-7.85	-6.96
11	-7.46	-7.85	-6.21
12	-7.46	-7.85	-6.21
13	-7.45	-6.88	-6.20
14	-7.44	-6.03	-6.13
15	-7.36	-6.03	-6.13
16	-6.92	-6.03	-6.13
17	-6.42	-6.03	-6.13
18	-6.42	-6.03	-6.13
19	-6.42	-6.03	-6.12
20	-6.42	-6.03	-6.12
21	-6.41	-5.96	-6.12
22	-6.41	-5.96	-6.12
23	-6.41	-5.95	-6.12
24	-6.38	-5.96	-6.12
25	-6.29	-5.95	-5.43

Molekulyar doking natijalari. Anonain, Remerin va 1-isoremerin alkaloidlarining 7C62 oqsili bilan bog'lanish energiyalarini taqqoslash imkonini beradi. Bog'lanish energiyasi ( $\Delta G$ , kkal/mol) qanchalik past bo'lsa, ligandning oqsil bilan bog'lanish ehtimoli shunchalik yuqori bo'ladi.

Eng samarali ligand tahlili. Remerin (-7.86 kkal/mol) eng past bog'lanish energiyasini ko'rsatmoqda, bu esa uning 7C62 oqsili bilan eng kuchli o'zaro ta'sirga kirishayotganini anglatadi. Anonain (-7.58 kkal/mol) ham juda yaxshi bog'lanish ko'rsatkichiga ega, ammo Remerindan biroz yuqoriroq. 1-isoremerin (-7.25 kkal/mol) esa nisbatan yuqoriroq bog'lanish energiyasiga ega bo'lib, oqsil bilan bog'lanish intensivligi kamroq.

Energetik o'zgarishlar va ligandlar ta'siri. Doking natijalari shuni ko'rsatadiki, Remerin har doim eng past bog'lanish energiyasiga ega bo'lib, bu uning 7C62 oqsilining faol markazi bilan kuchli o'zaro ta'sir qilayotganini bildiradi. Anonain va 1-Isoremerin bog'lanish energiyasi bo'yicha Remerindan ortda qolsa ham, -7 kkal/mol dan past energiya samarali bog'lanishning mavjudligini ko'rsatadi. 1-Isoremerinning oxirgi qatorlardagi energiyasi (-6.12 kkal/mol) past bo'lib, u 7C62 oqsilining faol markazi bilan nisbatan kamroq yaqin bog'lanayotganini bildiradi.

Remerin va I-isoremerin molekullari stereokimyoviy izomeriyaga ega bo'lib, ular biologik faoliyat va o'zaro ta'sir samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Remerinda optik izomeriyaning ma'lum bir konfiguratsiyasi (masalan, (R)- yoki (S)-izomer) Parkinson maqsad oqsili (7C62 protein) bilan yuqori darajada mos kelishi mumkin. Bu molekulaning stereospesifik bog'lanishiga olib kelib, biologik faolligini oshiradi. I-Isoremerinda stereokimyoviy konfiguratsiyaning boshqa konformatsiyasi maqsad oqsili bilan mos kelish darajasini biroz pasaytiradi, bu esa uning nisbatan past biologik faolligini ko'rsatadi.

Optik izomerlar o'rtasidagi konformatsion farqlar (axial va ekvatorial joylashuvlar) molekullarning energetik darajalarini o'zgartiradi. Bu izomerlarning oqsillar bilan o'zaro ta'sir kinetikasiga sezilarli darajada ta'sir qilishi mumkin.

Biologik ahamiyati. 7C62 oqsili neyrodegenerativ kasalliklar bilan bog'liq bo'lib, ushbu ligandlarning ushbu oqsil bilan bog'lanish qobiliyati ularning potensial Parkinson kasalligiga qarshi terapevtik ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatishi mumkin. Remerin oqsilning faol markazi bilan eng yaxshi bog'lanib, potensial terapevtik modda sifatida ustunlik qiladi. Anonain ham yaxshi natija ko'rsatgan bo'lsa-da, 1-Isoremerin nisbatan zaifroq bog'langan.

**Xulosa.** Remerin va Anonain alkaloidlari 7C62 oqsili bilan barqaror bog'lanish hosil qilgani sababli, ular keyingi farmakokinetik va biologik tekshiruvlarga istiqbolli hisoblanadi. Eksperimental tekshiruvlar (in vitro va in vivo tadqiqotlar) o'tkazilishi zarur. Strukturaviy o'zgarishlar kiritish orqali bog'lanish energiyasini pasaytirish va potensial dorivor ta'sirni kuchaytirish imkoniyatlari mavjud.

Molekulyar doking natijalari shuni ko'rsatadiki, Remerin eng samarali bog'lanish energiyasiga ega bo'lib, keyingi tadqiqotlar uchun eng istiqbolli modda hisoblanadi. Anonain ham yaxshi bog'lanish ko'rsatgan, lekin 1-Isoremerin unchalik barqaror bog'lanish hosil qilmagan. Ushbu alkaloidlar Parkinson kasalligi bilan bog'liq oqsillarga potensial ingibitor sifatida xizmat qilishi mumkin.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lagunin, A. A., Stepanchikova, A. V., Filimonov, D. A., & Poroikov, V. V. (2000). PASS: Prediction of Activity Spectra for Biologically Active Substances. *Bioinformatics*, 16(8), 747–748.
2. Trott, O., & Olson, A. J. (2010). AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry*, 31(2), 455–461.
3. Poewe, W., Seppi, K., Tanner, C. M., et al. (2017). Parkinson disease. *Nature Reviews Disease Primers*, 3, 17013.
4. Schapira, A. H., & Jenner, P. (2011). Etiology and pathogenesis of Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 26(6), 1049–1055.
5. Zhang, Y., Chen, X., & Gueydan, C. (2018). Small molecules in targeted cancer therapy: Advances, challenges, and future perspectives. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 3(1), 1–14.
6. Poroikov, V. V., Filimonov, D. A. (2005). Computer-aided prediction of biological activity spectra for organic compounds. In: *QSAR and Molecular Modelling Studies in Drug Design*, Springer.
7. Fox, S. H., & Brotchie, J. M. (2010). The MPTP-lesioned non-human primate models of Parkinson's disease. Past, present, and future, *Progress in Brain Research*, 184, 133–157.
8. Di Giovanni, G., & Esposito, E. (2010). *Biochemical pharmacology of neurotransmitter receptors*. Springer Science & Business Media.
9. Juárez-Moreno, K. et al. (2019). Natural alkaloids as potential therapeutic agents for neurodegenerative diseases. *Phytochemistry Letters*, 31, 1–9.
10. Zhang, H., & Liu, X. (2018). Design and synthesis of novel MAO-B inhibitors for the treatment of Parkinson's disease. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 28(5), 786–793.

**СТИРИЛОВЫЕ КРАСИТЕЛИ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ****У.Саломов**

Каршинский государственный университет, базовый-докторант

[umid1987salomov@mail.ru](mailto:umid1987salomov@mail.ru)

ORCID 0009-0007-2742-3985

УДК 535.34.(045)

**Аннотация.** Значительным достижением последних лет стало появление новых модифицированных стироловых красителей, в частности на основе бензотиазольного, хинолинового и индольного ядер, с улучшенными спектральными характеристиками, повышенной стабильностью и селективностью. Стириловые красители также зарекомендовали себя как эффективные зонды для исследования молекулярной динамики и взаимодействий в сложных средах — биополимерах, мембранах, нанокompозитах. В современной науке и технологиях органические красители занимают важное место благодаря своим уникальным спектральным и электронным свойствам. Среди них стироловые красители (SD, от англ. styryldyes) выделяются высокой чувствительностью к изменениям окружающей среды, что делает их особенно привлекательными для широкого спектра применений — от оптоэлектроники до биосенсорики. Актуальность исследования этих соединений обусловлена их способностью изменять фотофизические характеристики (сдвиги максимумов поглощения и люминесценции, квантовые выходы, времена жизни возбужденных состояний) в ответ на такие внешние факторы, как полярность среды, pH, ионная сила, присутствие металлов или биомолекул.

**Ключевая слова.** Стириловые красители, органические красители, поглощения, спектры электронного поглощения, спектральные характеристики, молекулярные динамики.

**STIRIL BO‘YOQLARI: ERISHILGAN NATIJALAR VA KELAJAKDAGI ISTIQBOLLAR**

**Аннотация.** So‘nggi yillarda erishilgan muhim yutuqlardan biri – bu spektral xususiyatlari yaxshilangan, barqarorligi va selektivligi oshirilgan, yangi modifikatsiyalangan stiril bo‘yoqlarning, xususan, benzotiazol, xinolin va indol yadrolari asosidagi birikmalarning yaratilishidir. Shuningdek, stiril bo‘yoqlari molekulyar dinamikani va murakkab muhitlardagi o‘zaro ta’sirlarni biopolimerlar, membranalar va nanokompozitlarda o‘rganish uchun samarali zond sifatida o‘zini namoyon qilgan. Zamonaviy fan va texnologiyalarda organik bo‘yoqlar o‘zining noyob spektral va elektron xususiyatlari tufayli muhim o‘rin egallaydi. Ularning ichida stiril bo‘yoqlari (SD, inglizcha styryl dyes) atrof-muhit o‘zgarishlariga yuqori sezgirligi bilan ajralib turadi, bu esa optoelektronika va biosensorika kabi keng qo‘llanilish sohalari uchun, ayniqsa, muhim hisoblanadi. Ushbu birikmalarni o‘rganishning dolzarbligi ularning foto-fizik xususiyatlarini qabul qilish va luminessensiya maksimal nuqtalarining siljishi, kvant chiqishlari, zaryadlangan holatlarning yashash vaqtlarini tashqi omillarga, masalan, muhitning polyarligi, pH darajasi, ion kuchi, metall yoki biomolekulalarning mavjudligiga qarab o‘zgartira olish qobiliyati bilan izohlanadi.

**Калит so‘zlar:** steril bo‘yoqlar, organik bo‘yoqlar, yutilish, elektron yutilish spektrlari, spektral xususiyatlar, molekulyar dinamikalar.

**Введение.** В современной науке и технологиях органические красители занимают важное место благодаря своим уникальным спектральным и электронным свойствам. Среди них стироловые красители (SD, от англ. styryldyes) выделяются высокой чувствительностью к изменениям окружающей среды, что делает их особенно привлекательными для широкого спектра применений — от оптоэлектроники до биосенсорики[1]. Актуальность исследования этих соединений обусловлена их способностью изменять фотофизические характеристики (сдвиги максимумов поглощения и люминесценции, квантовые выходы, времена жизни возбужденных состояний) в ответ на такие внешние факторы, как полярность среды, pH, ионная сила, присутствие металлов или биомолекул [2].

Научный интерес к стироловым красителям охватывает как фундаментальные аспекты — исследование электронной структуры, механизмов

переноса заряда и энергии, явлений внутримолекулярной протонной или электронной динамики [3], — так и прикладные направления, включая: создание материалов с управляемыми оптическими свойствами; разработку оптических сенсоров и флуоресцентных зондов; использование в технологиях визуализации, фотодинамической терапии и оптоэлектроники; применение в фотохромных и нелинейно-оптических системах [4].

Значительным достижением последних лет стало появление новых модифицированных стироловых красителей, в частности на основе бензотиазольного, хинолинового и индольного ядер, с улучшенными спектральными характеристиками, повышенной стабильностью и селективностью [5]. Стироловые красители также зарекомендовали себя как эффективные зонды для исследования молекулярной динамики и взаимодействий в сложных средах — биополимерах, мембранах, нанокompозитах [6].

В то же время остаётся ряд вызовов, связанных с ограниченной фотостабильностью, согласованием свойств красителей с требованиями конкретных применений (например, в водных средах), а также необходимостью точного управления переносом заряда и энергии в конденсированных фазах. Ответом на эти вызовы является сочетание экспериментальных и теоретических подходов, включая квантово-химическое моделирование и методы спектроскопии нового поколения [7].

Цель настоящего обзора — обобщить современное состояние исследований в области стироловых красителей, обозначить основные достижения и тенденции, осветить фундаментальные аспекты их поведения, а также проанализировать перспективы применения этих соединений в различных отраслях науки и техники.

**Методика исследования. Общая характеристика стироловых красителей.** Стироловые красители представляют собой класс органических соединений, характеризующихся наличием хромофорной системы с двойной связью между ароматическими или гетероароматическими фрагментами, соединёнными через виниленовый мостик ( $-\text{CH}=\text{CH}-$ ) (Рис.1). Такая структура обеспечивает высокую способность к поглощению и люминесценции в видимом или ближнем ИК-диапазоне. Характерное строение включает донорно-акцепторные заместители, влияющие на степень переноса заряда при электронном возбуждении. Важным аспектом является планарность и степень конъюгации молекулы, определяющие её фотофизические свойства.

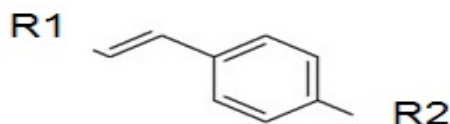


Рисунок 1. Структура стироловых красителей

Ключевые особенности этих соединений:

- наличие делокализованной  $\pi$ -электронной системы, обуславливающей высокую чувствительность к внешним физико-химическим факторам;
- спектральная селективность и способность к флуоресценции, зависящая от природы донорно-акцепторных групп;
- структурная гибкость, позволяющая модифицировать оптические свойства путём замены концевых групп [R1, R2].

Так, присоединение электронодонорных групп (например,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{OCH}_3$ ) к ароматическому кольцу вызывает батохромный сдвиг (смещение спектра в сторону длинных волн), тогда как электроноакцепторные группы ( $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{CN}$ ) вызывают гипсохромный сдвиг и могут уменьшать интенсивность флуоресценции [8].

Одним из наиболее изученных представителей стироловых красителей являются

стирилбензотиазолы, содержащие гетероциклическую бензотиазольную систему как электроноакцепторный или фоточувствительный компонент. Их производные демонстрируют высокую яркость флуоресценции, хорошую фотостабильность и эффективную чувствительность к изменениям среды [5].

Примеры молекул:

- **BDSP** (Е,Е-2,5-бис(3,4-диметоксистирил)пиразин): структура типа D- $\pi$ -A- $\pi$ -D, что обеспечивает сильный донорно-акцепторный характер и значительный батохромный сдвиг флуоресценции в полярных растворителях [9]

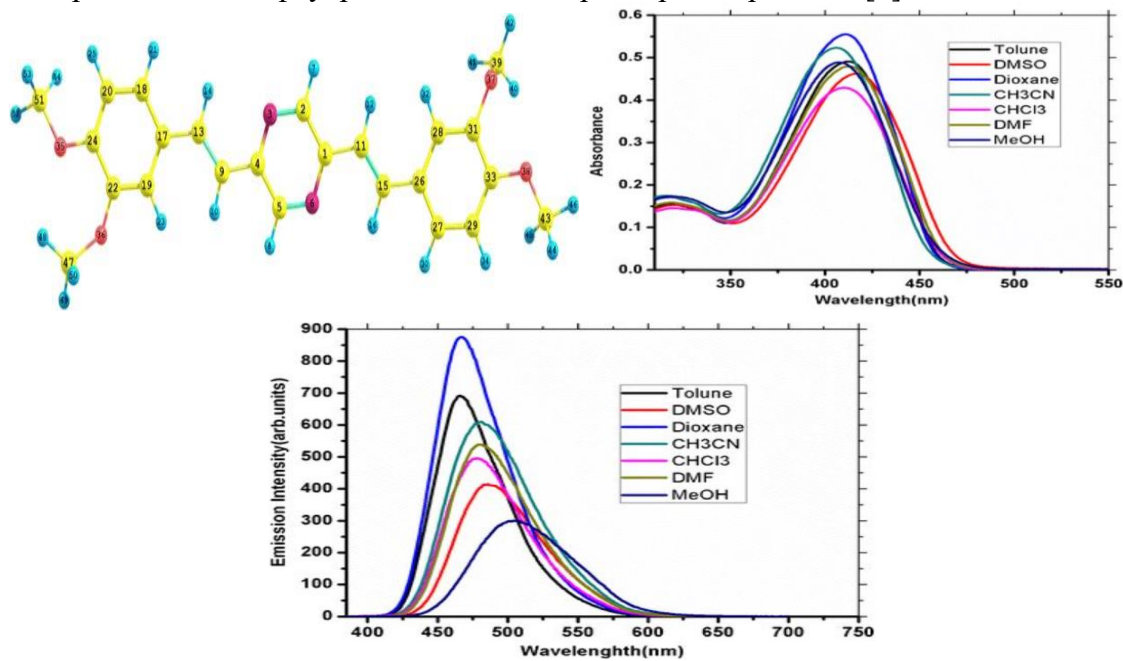


Рисунок 2. Спектры электронного поглощения (слева) и излучения (справа) BDSP в различных растворителях

- **LDS-751**: классический стироловый краситель, широко используемый для исследования ультрабыстрых процессов релаксации возбужденных состояний [10]. Кроме того, LDS 751 — это проникающий в клетки краситель нуклеиновых кислот, который имеет пик возбуждения при  $\sim 543$  нм на dsDNA и особенно полезен в многоцветных анализах из-за его длинноволнового максимума испускания ( $\sim 712$  нм). Связывание LDS 751 с dsDNA приводит к  $\sim 20$ -кратному усилению флуоресценции.

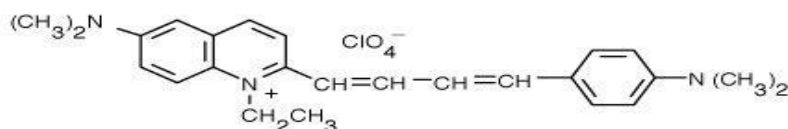


Рисунок 3. Структурная формула красителя LDS-751 (6-(диметиламино)-2-[4-[4-(диметиламино)фенил]-1,3-бутадиен-1-ил]-1-этилхинолиний, моноперхлорат)

**Роль делокализованных  $\pi$ -электронов в формировании спектральных свойств.** Сопряжённая  $\pi$ -система является основой для формирования возбужденных электронных состояний в стироловых красителях. Увеличение длины  $\pi$ -системы способствует снижению энергетического зазора между основным и возбужденным состоянием, что приводит к смещению максимума поглощения в видимую или ближнюю ИК-область [3].

Наличие сопряжённых связей между донорами и акцепторами электронов создаёт условия для внутримолекулярного переноса заряда (ICT – Intramolecular Charge Transfer), проявляющегося в изменении спектральных характеристик в зависимости от полярности среды. Такие явления широко

применяются в сенсорах, оптоэлектронике и биофотонике [11].

Классическими примерами являются D– $\pi$ –A-системы, в которых электронодонорная группа (D) соединена через  $\pi$ -мостик с электроноакцепторной группой (A). Такая структура обеспечивает высокую чувствительность к полярности среды и изменениям конфигурации молекулы [12].

Делокализованная  $\pi$ -электронная система, охватывающая ароматические кольца и двойные связи, играет ключевую роль в спектральных характеристиках стироловых красителей. Делокализация  $\pi$ -электронов обеспечивает стабилизацию основного и возбужденного состояний, уменьшение энергетического зазора (НОМО–LUMO) и сдвиг спектра поглощения в длинноволновую область (батохромный эффект). Интенсивность переходов также определяется симметрией молекулы и степенью смешивания с Rydberg-орбиталями или  $n \rightarrow \pi^*$  переходами с участием гетероатомов.

Например, индольные стироловые красители: демонстрируют значительную делокализацию  $\pi$ -электронов, что приводит к высокой гиперполяризуемости и эффективным нелинейно-оптическим свойствам; стироловые красители с донорно-акцепторной структурой: обладают высокой первой и второй гиперполяризуемостью благодаря сильно делокализованным  $\pi$ -электронным системам. [13].

#### **Результаты и их обсуждение.**

##### **Основные возбужденные состояния и их релаксация.**

Возбужденные состояния стироловых красителей формируются преимущественно за счёт  $\pi \rightarrow \pi^*$  электронных переходов, которые характеризуются высокой интенсивностью и зависят от длины сопряжения и распределения электронной плотности в молекуле. В большинстве случаев основным является первый синглетный возбужденный уровень ( $S_1$ ), с которого происходит флуоресценция.

Особенностью многих стироловых систем является способность к эффективному внутримолекулярному переносу заряда (ICT) в возбуждённом состоянии, что сопровождается перераспределением электронной плотности между донорной и акцепторной частями молекулы. Такой процесс может приводить к значительным батохромным сдвигам спектров флуоресценции в полярных средах, уменьшению квантового выхода и увеличению времени жизни возбуждённого состояния.

Кроме того, в зависимости от строения молекулы, может наблюдаться таутомеризация, вращение вокруг связи C–C, образование возбужденных сопряжённых состояний (TICT – twisted intramolecular charge transfer), которые способствуют релаксации энергии без излучения. Эти каналы релаксации особенно выражены в полярных растворителях и при повышенных температурах. Флуоресцентные характеристики чувствительно зависят от: планарности молекулы в возбуждённом состоянии; возможности образования состояний TICT; конформационной гибкости (в частности, вокруг винилового мостика); взаимодействия с окружающей средой (включая водородные связи и межмолекулярные взаимодействия). С уменьшением планарности и при переходе в кручёное состояние, флуоресценция может значительно ослабляться вплоть до полного гашения. В этом случае энергия возбуждённого состояния рассеивается по внутренним степеням свободы молекулы (вибрационным и вращательным) без испускания фотона. С другой стороны, фиксация молекулы в матрице или жёсткой среде (например, в полимере или в кристаллической решётке) может блокировать вращение и конформационные колебания, что ведёт к увеличению квантового выхода флуоресценции и стабильности возбужденного состояния.

Возможные механизмы релаксации: внутримолекулярная релаксация с

образованием состояний ICT, приводящая к снижению квантового выхода; интересное пересечение (ISC) в присутствии тяжёлых атомов, сопровождающееся генерацией триплетных состояний; флуоресценция с задержкой (delayed fluorescence) в некоторых производных, обусловленная обратным переходом  $T_1 \rightarrow S_1$ .

Таким образом, релаксационные процессы в стироловых красителях являются ключевыми для понимания их спектральных характеристик и чувствительности к окружающей среде. Управление этими процессами позволяет создавать флуоресцентные зонды с заданными свойствами для биологических, медицинских и материаловедческих применений.

### **Спектральные свойства стироловых красителей. Поглощение и флуоресценция в УФ–видимой области.**

Стироловые красители демонстрируют интенсивные полосы поглощения в УФ–видимой области, обусловленные  $\pi \rightarrow \pi^*$  переходами в делокализованной системе сопряжённых связей. Положение полосы поглощения может варьироваться от 300 до 600 нм в зависимости от электронной структуры, длины сопряжения и наличия электронодонорных или электроноакцепторных заместителей.

Флуоресценция этих красителей также обычно наблюдается в видимой области (от голубого до красного диапазона). Разница между максимумами поглощения и излучения (стоксовасмещённость) даёт информацию о степени перераспределения электронной плотности и геометрической релаксации в возбуждённом состоянии.

Молекулы с сильно выраженным внутримолекулярным переносом заряда (ICT-эффектом) демонстрируют более широкие и сильно сдвинутые флуоресцентные полосы, особенно в полярных растворителях. Квантовый выход флуоресценции варьирует от очень высокого (более 0.9) до практически нулевого, в зависимости от структурных факторов и условий среды.

### **Влияние структуры и растворителя на спектральные характеристики.**

Спектральные свойства стироловых красителей тесно связаны как с их электронной структурой, так и с внешними факторами, в первую очередь — с природой растворителя. Влияние структуры проявляется в изменении положения и формы полос поглощения и флуоресценции, интенсивности излучения, величины стоксового сдвига и квантового выхода флуоресценции. Особенно значимым является влияние донорно-акцепторной асимметрии, степени сопряжения  $\pi$ -системы и пространственной организации молекулы.

Влияние электронной структуры: Донорно-акцепторная асимметрия усиливает ICT и приводит к батохромному сдвигу поглощения и флуоресценции; Удлинение  $\pi$ -системы (например, добавление ароматических фрагментов или удлинение винилового моста) смещает спектры в красную область; Заместители в орто-положении могут оказывать стерическое влияние, снижая планарность и флуоресценцию [15].

Полярность растворителя критически влияет на спектры, особенно при наличии ICT [16]. При переходе от неполярных к полярным растворителям наблюдаются: батохромный сдвиг полосы флуоресценции, связанный со стабилизацией более полярного возбуждённого состояния; увеличение стоксового сдвига, отражающее перераспределение электронной плотности при возбуждении; изменение интенсивности флуоресценции, зависящее от соотношения между радиативными и безрадиационными каналами релаксации. Такое поведение известно как солватохромизм, который может быть как положительным (сдвиг в красную область при увеличении полярности), так и отрицательным (реже встречается и характерен для молекул с инверсным ICT).

Кроме полярного взаимодействия, возможны специфические химические и физические эффекты, влияющие на спектральные свойства:

Образование водородных связей [17]. Протонодонорные или протоноакцепторные группы красителя могут вступать во взаимодействие с растворителем (например, спиртами, водой), стабилизируя определённые формы как в основном, так и в возбужденном состоянии. Это приводит к дополнительным сдвигам максимумов или изменению формы полос.

Стабилизация состояний типа TICT (Twisted Intramolecular Charge Transfer). полярной среде возможно формирование TICT-состояния, в котором происходит торсионное вращение донорного фрагмента и образование менее сопряжённой, но более полярной формы возбужденного состояния. Такое состояние может: вызывать гашение флуоресценции; проявляться как отдельный максимум в спектре; иметь характерную зависимость времени жизни от полярности среды.

Изменение конфигурации молекулы. В вязких или сильно координирующих растворителях может ограничиваться подвижность отдельных звеньев молекулы, что влияет на способность к формированию планарной или скрученной структуры в возбужденном состоянии образование водородных связей; изменение конфигурации молекулы; стабилизация определённых форм возбуждённого состояния (например, TICT) [18].

### **Взаимосвязь между спектральными свойствами и электронной структурой.**

Спектральные характеристики стироловых красителей являются прямым отражением их электронной структуры. Основные процессы, наблюдаемые в спектрах поглощения и флуоресценции, связаны с переходами между молекулярными орбиталями, в первую очередь между высшей занятой (HOMO) и низшей незанятой (LUMO). Методики квантово-химического моделирования, в частности DFT и TD-DFT, стали неотъемлемым инструментом в интерпретации этих явлений [19] и позволяют количественно оценить: энергетический зазор HOMO–LUMO, который напрямую определяет длину волны поглощения и часто коррелирует с окраской соединения; делокализацию  $\pi$ -электронов по всей хромофорной системе, которая способствует стабилизации возбужденного состояния и влияет на интенсивность флуоресценции; перераспределение электронной плотности при переходе в возбужденное состояние (анализ разности распределений HOMO и LUMO); дипольный момент в возбужденном состоянии, который резко возрастает при наличии эффективного внутримолекулярного переноса заряда (ICT).

Следовательно, электронная структура стироловых красителей, а именно их донорно-акцепторная симметрия, степень делокализации  $\pi$ -электронов, жесткость молекулярного каркаса и конформационная подвижность являются определяющими факторами, формирующими их спектральные свойства, включая положение и интенсивность полос поглощения и флуоресценции, нелиней. Глубокое понимание этих взаимосвязей позволяет целенаправленно конструировать новые красители с заданными оптическими характеристиками для нужд фотоники, биомедицинской визуализации, нелинейной оптики и сенсорики.

**Заключение.** Стироловые красители представляют собой уникальный класс органических соединений, сочетающих в себе высокую чувствительность к изменениям окружающей среды, настраиваемые спектральные свойства и способность к структурной модификации. В течение последних десятилетий они стали важными объектами исследований в области физической органической химии, оптики и материаловедения.

Анализ литературных данных показывает, что особенности электронной структуры и динамики возбуждённых состояний стироловых красителей напрямую определяют их спектральные характеристики, в частности интенсивность люминесценции, чувствительность к полярности среды, фотостабильность и возможность фотопереключения. Это позволяет использовать их не только в качестве объектов фундаментальных исследований, но и как функциональные компоненты в таких прикладных системах, как сенсоры, биомаркеры, элементы органической электроники и фотонные материалы.

Современные достижения в области синтеза, спектроскопии и теоретического моделирования дают возможность тонкой настройки свойств этих красителей под конкретные задачи. Особый интерес представляют гибридные системы, в которых стироловые фрагменты взаимодействуют с наноструктурами, полимерами и биомолекулами, открывая перспективы создания высокочувствительных сенсорных платформ, управляемых фотоактивных материалов и молекулярных логических устройств.

Таким образом, стироловые красители продолжают занимать важное место в современных исследованиях благодаря своей универсальности и широкому потенциалу применения. Ожидается, что дальнейшее развитие этой области приведёт к появлению новых функциональных материалов и технологий, основанных на управлении электронными и оптическими свойствами органических молекул.

### Список использованной литературы

1. TodorDeligeorgiev; Aleksey Vasilev; StefkaKaloyanova; Juan J Vaquero. (2010). *Styryl dyes – synthesis and applications during the last 15 years.* , 126(2), 55–80. <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2010.00235.x>
2. Praful S. Patil, Gauri S. Ingole, Puja O. Gupta, NagaiyanSekar, Novel emissive styryl dyes from 9-methoxy anthracene: Synthesis, photophysical, thermal stability, viscosity, and DFT study, *SpectrochimicaActa Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Volume 324,2025,124952, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2024.124952>
3. Bashmakova, Nataliia&Shaydyuk, Yevgeniy&Levchenko, Svitlana M. &Masunov, Artem&Przhonska, Olga & Bricks, Julia &Kachkovsky, O &Slominsky, Yu &Piryatinski, Yu & Belfield, Kevin &Bondar, M. (2014). Design and Electronic Structure of New Styryl Dye Bases: Steady-State and Time-Resolved Spectroscopic Studies. *The journal of physical chemistry. A.* 118. 4502-4509. <https://doi.org/10.1021/jp503263f> .
4. N. Sertova, J.-M. Nunzi, I. Petkov, T. Deligeorgiev, Photochromism of styryl cyanine dyes in solution, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, Volume 112, Issues 2–3, 1998, Pages 187-190, [https://doi.org/10.1016/S1010-6030\(97\)00279-7](https://doi.org/10.1016/S1010-6030(97)00279-7)
5. Mauro SafirFilho, Emmanuel Santos Moraes, Lilian Camargo da Luz, Fabiano da Silveira Santos, Anthony R. Martin, RachidBenhida, Luís Gustavo Teixeira Alves Duarte, FabianoSeveroRodembusch, Synthesis, photophysics, and theoretical calculations of styryl-based fluorophores harboring substituted benzothiazole acceptors, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, Volume 435, 2023, 114287, <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114287>.
6. NittayaWiriya, SirilakWangngae, PrapassaraMuangsopa, PiyasiriChueakwon, TunyawatKhrootkaew, KantapatChansaenpak, ApichartNgersounghern, Rung-Yi Lai, AnyaneeKamkaew, Versatile iodinated styryl dyes: Promising probes for viscosity detection with dual anti-cancer and anti-bacterial properties, *Journal of Molecular Structure*, Volume 1322, Part 2, 2025, 140512, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140512>.
7. O.D.Kachkovsky, A.P.Naumenko, V.I.Borisyuk, N.V.Obernikhina, Yu.L.Slomidkiy, Nature of lowest electron transitions in anionic polymethine dyes with keto-containing terminal groups, *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanothehnologii* 2022. v.20(2), 473 – 486 <https://doi.org/10.15407/nnn.20.02.473>
8. У.Э.Саломов, Б.Т. Куйлиев, А.П.Науменко, М.А. Рахмонова, Структура, оптические спектры и природа электронных переходов в основах стиролов и метоксистеролов 2024. Том 26 № 3 <https://doi.org/10.52304/.v26i3.544>

9. Samy A El-DalyKhalid A Alamry, Spectroscopic Investigation and Photophysics of a D- $\pi$ -A- $\pi$ -D Type StyrylPyrazine Derivative, 2016, Journal of Fluorescence 26(1), <https://10.1007/s10895-015-1698-7>
10. <https://www.aatbio.com/products/lds-751-cas-181885-68-7>
11. ParappurathAthira, RamyaNelliullaKappumchalil, Aditya Ramesh Sachin, MuhammedYoosuf, Reji Thomas, and GopinadhanpillaiGopakumar, *The Journal of Physical Chemistry A* **2024** 128 (20), 3935-3946 <https://10.1021/acs.jpca.4c0037>
12. R. Kacimi, M. Raftani, T. Abram, A. Azaid, H. Ziyat, L. Bejjit, M.N. Bennani, M. Bouachrine, Theoretical design of D- $\pi$ -A system new dyes candidate for DSSC application, *Heliyon*, Volume 7, Issue 6, 2021, e07171, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07171>
13. Chemate S, Sekar N. Indole-Based NLOphoric Donor- $\pi$ -Acceptor Styryl Dyes: Synthesis, Spectral Properties and Computational Studies. *J Fluoresc.* 2016 Nov;26(6):2063-2077, <https://10.1007/s10895-016-1901-5>
14. NittayaWiriyaa, SirilakWangngae, PrapassaraMuangsopa, PiyasiriChueakwon, TunyawatKhrootkaew, KantapatChansaenpak, ApichartNgernsoungnern, Rung-Yi Lai, AnyaneeKamkaew, Versatile iodinated styryl dyes: Promising probes for viscosity detection with dual anti-cancer and anti-bacterial properties, *Journal of Molecular Structure*, Volume 1322, Part 2, 2025, 140512, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140512>.
15. Botti, Valentina, Cesaretti, Alessio, Ban, ESejka, Crnolatac, Ivo, Consiglio, Giuseppe, Elisei, Fausto, Piantanida, Ivo, Fine structural tuning of styryl-based dyes for fluorescence and CD-based sensing of various ds-DNA/RNA sequences. *Org. Biomol. Chem.*, 2019, **17**, 8243-8258. <http://dx.doi.org/10.1039/C9OB01186B>
16. M. Shaikh, J. Mohanty, P. K. Singh, A. C. Bhasikuttan, R. N. Rajule, V. S. Satam, S. R. Bendre, V. R. Kanetkar, H. Pal. Contrasting Solvent Polarity Effect on the Photophysical Properties of Two Newly Synthesized Aminostyryl Dyes in the Lower and in the Higher Solvent Polarity Regions. *J. Phys. Chem. A* 2010, 114, 13, 4507–4519 <https://doi.org/10.1021/jp9107969>
17. SaritaTripathy, ParthaSarathi Guru, Sukalyan Dash, Solvatochromic behavior of some  $\alpha$ -styrylpyridinium dyes, *SpectrochimicaActa Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Volume 125, 2014, Pages 422-430, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.01.121>.
18. YogeshErande, ShantaramKothavale, ShantaramKothavale, SekarNagaiyan. Auxiliary Methoxy Aided Triphenylamine and Dicyanoisophorone Based Fluorophores with Viscosity and Polarity Sensitive Intramolecular Charge Transfer. *Journal of Solution Chemistry*2018 47(2):1-20 <https://10.1007/s10953-018-0722-3>
19. Aarthi K V, HemamaliniRajagopal, S. Muthu, V. Jayanthi, R. Girija, Quantum chemical calculations, spectroscopic investigation and molecular docking analysis of 4-chloro-N-methylpyridine-2-carboxamide, *Journal of Molecular Structure*, Volume 1210, 2020, 128053, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.128053>

**STACHYBOTRYS CHARTARUM ZAMBURUG‘IDAN AJRATIB OLINGAN  
13,22- DIMETOKSISTACHIBOTRIN ALKALOIDINING MODIFIKATSIYASI  
VA SPEKTR TAHLILLARI**

**S.N.Tojiyeva**

Qarshi davlat universiteti, katta o‘qituvchi

[sevara.tojyeva145@gmail.com](mailto:sevara.tojyeva145@gmail.com)

**Kaxarova Madina Faxriddin qizi**

Turon universiteti, o‘qituvchi

[kaxarovam1234567890@gmail.com](mailto:kaxarovam1234567890@gmail.com)

ORCID 0000-0001-7316-0425

UDK 547.945+547.913.7

**Annotatsiya.** Stachybotrys chartarum zamburug‘ shtammini Mandels ozuqa muhitida o‘stirib 13,22- dimetoksistachibotrin alkaloidi ajratib olindi. 13,22- Dimetoksistachibotrinning sirka ангидрид bilan 1:2 mol nisbatlarda olinganda O- diatsetatli birikmalari hosil bo‘ldi. Reaksiya jarayonlariga erituvchilarning tabiati ta’siri o‘rganilgan va ushbu reaksiyalar uchun nisbatan qulay erituvchi piridin ekanligi aniqlandi. Xrom ангидрид ta’sirida ikkilamchi spirtning oksidlanish jarayoni mexanizmi o‘rganildi.

Stachybotrys chartarum zamburug‘idan olingan alkaloid va hosilalarini ajratib olishda ekstraksiya, organik sintez, IQ,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR, 2M YaMR  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  korrelyatsion ROESY usullari,

2M YaMR  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  korrelyatsion HMQC, HMBC usullari, rentgen tuzilish tahlil usuli, mass-spektrometriya usullari hamda yuqori samarali yupqa qatlamli xromatografiya, yuqori samarali gaz – suyuqlik adsorbsion xromatografiya usullari qo‘llanilgan.

**Kalit so‘zlar:** Stachybotrys chartarum, sirka anhidrid, piridin, terpenoid, benzol halqa, geminal, korrelyatsiya, xrom anhidrid, sirka anhidrid, nukleofil reagent, uglerod atomi.

### MODIFICATION AND SPECTRAL ANALYSIS OF THE ALKALOID 13,22-DIMETHOXYSTACHYBOTRYNE ISOLATED FROM THE FUNGUS STACHYBOTRYS CHARTARUM

**Abstract.** The alkaloid 13,22-dimethoxystachybotryne was isolated by growing the fungal strain *Stachybotrys chartarum* on Mandels' nutrient medium. When 13,22-dimethoxystachybotryne was treated with acetic anhydride in a 1:2 molar ratio, O-diacetate compounds were formed. The effect of the nature of the solvents on the reaction processes was studied and it was found that pyridine was a relatively favorable solvent for these reactions. The mechanism of the oxidation of secondary alcohols under the influence of chromium dioxide was studied.

In the isolation of alkaloids and derivatives from the fungus *Stachybotrys chartarum*, extraction, organic synthesis, IR,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR, 2M NMR  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  correlation ROESY methods, 2M NMR  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation HMQC, HMVS methods, X-ray structural analysis method, mass spectrometry methods, as well as high-performance thin-layer chromatography, high-performance gas-liquid adsorption chromatography methods were used.

**Keywords:** Stachybotrys chartarum, acetic anhydride, pyridine, terpenoid, benzene ring, geminal, correlation, chromic anhydride, acetic anhydride, nucleophilic reagent, carbon atom.

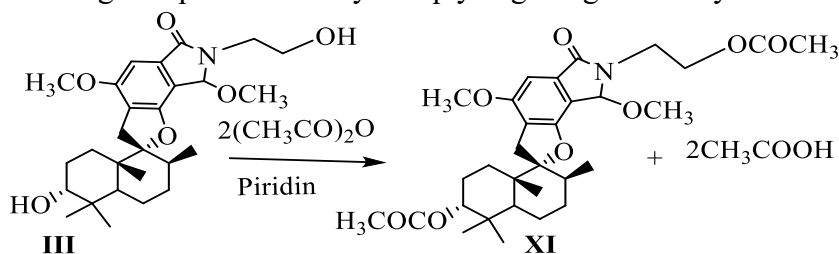
**Kirish.** *Stachybotrys chartarum* shtammining etiologik roli aniqlangandan so‘ng 1938-yilda keng tarqalgan ot kasalliklarida [1; c. 125], «H-3» (noma‘lum ot kasalligi) staxibotriotoksikoz deb nomlandi. Otlarga *Stachybotrys chartarum* shtammini ta‘sir etgan ozuqada hosil bo‘lgan va keyinchalik staxibotriotoksinlar deb ataladigan moddalar tomonidan katta zarar yetkazish birinchi marta 1931-yilda Ukrainada qayd etilgan. 1937-1940- yillarda ushbu kasallik geografik kengaydi. Bundan tashqari *Stachybotrys chartarum* shtammi Moldaviya, Boshqirdiston, Sharqiy Sibir, Ruminiya, Polsha, Slovakiya va Vengriyani qamrab olgandi [2; -c 56-59-b], [3; p-98].

Qoramol, qo‘ylar, cho‘chqalar, quyonlar, itlar va tovuqlar amaliyotda staxibotriotoksikoz bilan kasallanadilar. Barcha holatlarda hayvonlarda o‘tkazilgan tajribalar halokatli bo‘lganligi aniqlangan. Biroq otlarda bu kasallik ko‘proq ta‘sir etganligi adabiyotlarda bayon etilgan [4; -c. 91-93].

**Tadqiqot metodologiyasi.** *Stachybotrys chartarum* zamburug‘i O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining Mikrobiologiya institutida zaharli zamburug‘ shtamlari kolleksiyasidan olingan bo‘lib, zamburug‘ni Mandels va Chapek ozuqa muhitida o‘stirib ikkilamchi metabolitlari o‘rganildi.

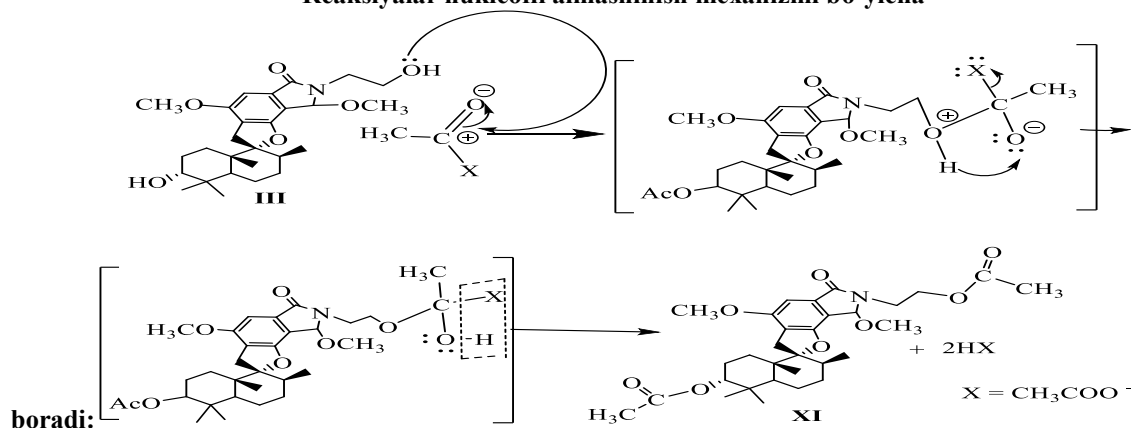
*Stachybotrys chartarum* zamburug‘ shtammini Mandels ozuqa muhitida o‘stirib 13,22- Dimetoksistachibotrin (**III**) alkaloidi ajratib olindi va uning fizik-kimyoviy konstantalari  $\text{C}_{27}\text{H}_{39}\text{NO}_6$ , suyuq.tem.  $225^\circ$  (MeOH),  $R_f=0,58$ .(YUQX, silufol, 11 sistema),  $[\alpha]_D^{24}-13,4 \pm 2^\circ$ (c 0,8;  $\text{CHCl}_3$ -MeOH, 1:1) aniqlandi.

Tajribalar davomida 13,22- dimetoksistachibotrinning sirka anhidrid bilan 1:2 mol nisbatlarda olinganda O- diatsetatli birikmalari hosil bo‘ladi. Reaksiya jarayonlariga erituvchilarning tabiati ta‘siri o‘rganilgan va ushbu reaksiyalar uchun nisbatan qulay erituvchi piridin ekanligi aniqlandi. Reaksiyalar quyidagi tenglama bo‘yicha boradi.



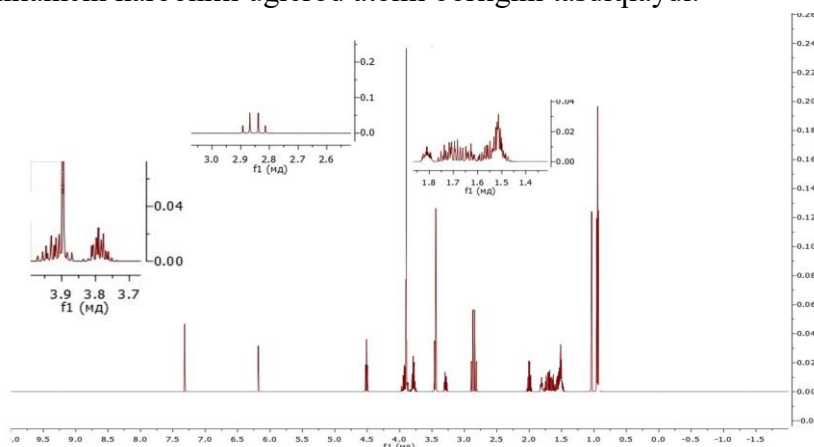
Bu jarayonda azot atomi bilan bog'langan gidroksil guruhi nukleofil reagent, sirka anhidrid esa substrat hisoblanadi. Reaksiyada erituvchi sifatida piridin qo'llanildi. Elektronlarga boy bo'lgan azot atomi bog'langan gidroksil guruhi sirka anhidridagi musbat zaryadlangan uglerod atomiga nukleofil ta'sir etadi va oraliq mahsulot hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan oraliq mahsulot molekulasidagi azot atomiga bog'langan gidroksil guruhidagi vodorod atomining kislorod atomiga ko'chishi hisobiga yangi oraliq mahsulot vujudga keladi. Ushbu oraliq mahsulotdan sirka kislotani ajralishi hisobiga 3-O, 24-O-diatsetat -13,22-dimetoksistaxibotrin (**XI**) sintez qilinadi.

#### Reaksiyalar nukleofil almashinish mexanizmi bo'yicha



Olingan 3O, 24O-diatsetat -13,22-dimetoksistaxibotrin (**XI**) birikmaning element tarkibi  $\text{C}_{31}\text{H}_{42}\text{NO}_8$  va  $R_f=0,33$ . ekanligi aniqlandi. 3O, 24O-Diatsetat -13,22-dimetoksistaxibotrin birikmaning IQ-spektrida quyidagi ma'lumotlar ( $\text{KBr}$ ,  $\text{v}$ ,  $\text{sm}^{-1}$ ): 1765; 1745; 1696; 1615; 1460; 1417; 1386; 1369 aniqlandi. Mass-spektri ma'lumotlariga ko'ra  $m/z$  (%):  $m/z$  (%):  $M + 556$  (50), 540 (25), 525 (100), 509 (9.2), 496 (13.1), 480 (5.3), 410 (7.8), 397 (6.9), 334 (6.9), 316 (2.6), 284 (5.3), 256 (19.7), 129 (35.7), 107 (15.7), 97 (36.8), 91 (18.4), 83 (27.6), 73 (42.1), 69 (65.8), 55 (100) diatsetatli hosila ekanligi ko'rsatildi.

**I** va **XI** moddalarning  $^1\text{H}$  YaMR spektrlarining qiyosiy tahlili shuni ko'rsatadiki, diatsetat **XI**ning  $^1\text{H}$  YaMR spektrida bitta protonli triplet signalning 4.56 m.u.da namoyon bo'lishi asetoksil guruhidagi proton geminal holda birikkanligini ko'rish mumkin. Shuning uchun tegishli gidroksil guruhi ikkilamchi uglerodga joylashganligini va 13,22-dimetoksistaxibotrinning  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrida 74,82 m.u.da signalning namoyon bo'lishi, bu signal ikkilamchi karbonilli uglerod atomi borligini tasdiqlaydi.

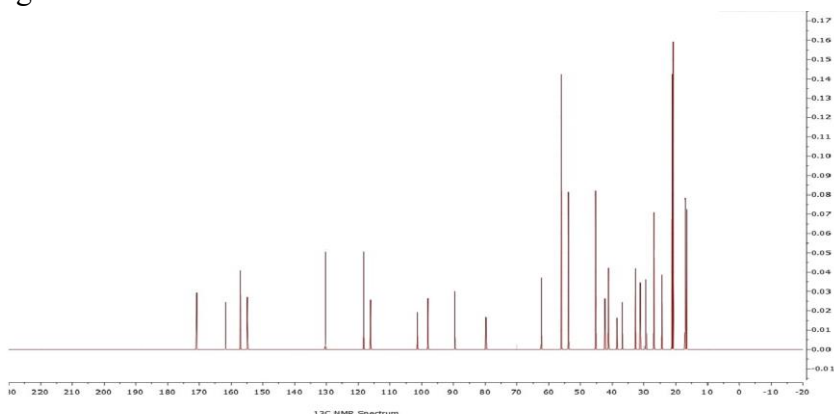


3- rasm. 13,22-Dimetoksistachibotrinning  $^1\text{H}$  YaMR spektri

13,22- Dimetoksistachibotrin (**III**)ning  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrida 168,85 m.u. sohada signalning hosil bo'lishi, moddada karbamid ( $> \text{N}-\text{C}=\text{O}$ ) yoki izomerlanish guruhi azometinoksi ( $> \text{N}-\text{C}=\text{O}$ ) qayta guruhlanuvchi funksional guruh mavjudligini ko'rsatadi. Ularning orasidagi tanlov keyinroq amalga oshiriladi.

Muhokama qilinayotgan birikmaning elektron ta'sirining mass- spektrida bitta vodorod atomining yo'qolishi bilan C-9-C-11 va C-9-O aloqalari buzilganda m/z 207 bilan ion cho'qqisi kuzatiladi. 13,22- Dimetoksistachibotrinning massa- spektrida m/z 207 bilan ion cho'qqisining paydo bo'lishi, spirtli gidroksil guruhi molekulaning alitsiklik qismida joylashganligini ko'rsatadi. Bu ion, shuningdek, undan m/z 189 va 135 bilan chiqadigan ionlar molekulalarning alitsiklik parchalari tufayli kelib chiqadi va bu bo'laklarning o'ziga xosligini ko'rsatadi.

Moddaning IQ spektr ma'lumotlarida  $1650\text{cm}^{-1}$  sohada yuqori chastotali valent tebranishning namoyon bo'lishi, 13,22- Dimetoksistachibotrinning molekulasida murakkab efir guruhi borligini ko'rsatadi. Yuqoridagi ma'lumotlardan shuni ko'rish mumkinki, 13,22- Dimetoksistachibotrin (**III**) molekulasidagi 6 ta kislorod atomlaridan 4 tasi birlamchi, 2 tasi ikkilamchi bo'lib, ulardan bittasi fenolli metoksil guruhida joylashgan kislorod atomlaridan iborat bo'lib, bittasi 156,72 m.u. sohada signal namoyon qilishi kislorod atomi to'rtlamchi uglerod atomiga bog'langan ekanligini ko'rsatadi. Aromatik halqaga bog'langan uglerod atomlarining  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrida 150,24 va 89,31 m.u. da signallarni namoyon qilishi 13,22- Dimetoksistachibotrin molekulasida benzol halqasida joylashgan metoksildan boshqa yana bitta kislorod atomi bilan bog'langan uglerod borligini ko'rsatadi. Bu esa C-22 uglerodda joylashgan metoksil guruhining borligidan dalolat beradi.  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrida 99,19 m.u. da signalning namoyon bo'lishi kislorod atomiga bog'langan to'rtlamchi uglerod atomi borligidan dalolat beradi. Uglerod atomlariga xos 156,72 va 99,19 m.u. da signallarning namoyon bo'lishi alitsiklik uglerod atomi bilan aromatik uglerod atomlari epoksid funksional bog' orqali kislorod bilan bog'langanligini ko'rsatadi.



4- rasm. 13,22- Dimetoksistachibotrinning  $^{13}\text{C}$  YaMR spektri

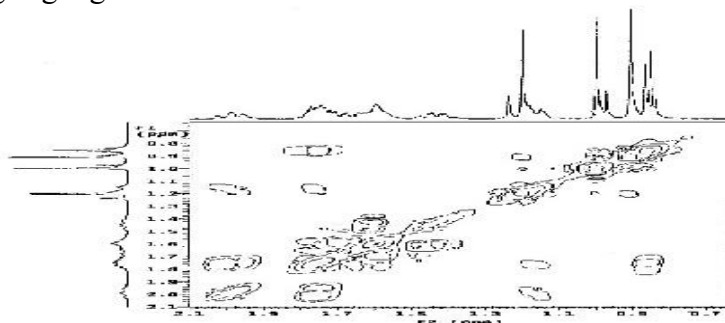
Besh tomonlama almashingan benzol yadrosidagi uglerod atomlarining 118,12, 115,32 va 135,75 m.u. sohada signallarining kimyoviy siljishlarning hosil bo'lishi, aromatik halqa uch tomonlama uglerod-uglerod bog' bilan bog'langan degan xulosaga kelishga imkon beradi.

Molekulaning aniqlangan qismlarini hisobga olgan holda, o'rganilayotgan metabolitning  $\text{C}_{27}\text{H}_{38}\text{NO}_6$  elementar tarkibidan, 13,22- dimetoksistachibotrin molekulasida yana bitta sikl bo'lishi kerakligi kelib chiqadi.

A/B halqalarining qo'shilishi va yangi **III** molekulasining terpenoid qismini

konformatsiyasi quyidagicha aniqlanadi. 13,22- dimetoksistaxibotrinning  $^1\text{H}$  YaMR spektrida H-5 protonning signali 2,57 m.u. da spin-spinlarning o‘zaro ta‘sir konstantasi qiymatlar sohasida signallar kuzatiladi (3.3-jadval). Ushbu konstantalar, molekulaning terpenoid qismidagi B halqasiga nisbatan H-5 protonning aksial holda yo‘nalganligini ko‘rsatadi, bu esa A va B halqalarining bir-biriga nisbatan trans- holda joylashganligidan dalolat beradi. Shu bilan birga **I- XVII** birikmalarning  $^1\text{H}$  YaMR spektridagi H-1 $\alpha$ , H-1 $\beta$ , H-2 $\beta$ , H-3 $\beta$ , H-6 $\beta$  protonlarning fazoda joylashuvi (3.3-jadval) A va B halqalarining konformatsiyasiga mos ravishda  $^{10}\text{C}^3$  va  $^8\text{C}^5$  “kreslo” fazoviy tuzilishga ega ekanligini ko‘rsatadi.

**I** va **XI** diatsetatlarining  $^1\text{H}$  YaMR spektrida ( $\text{CDCl}_3$ ) H-3 protonning signali 3,60 m.u. sohada triplet signallarning namoyon bo‘lishi spin-spinlarning o‘zaro ta‘sir konstantasi  $^3\text{J} = 3\text{Gs}$  sohadagi qiymatlarda doimiy kuchga ega bo‘lganligi kuzatiladi. Berilgan ma‘lumotlardan shuni ko‘rish mumkinki, H-3 protonning kimyoviy siljish ko‘rsatkichlari diatsetat **XI** tarkibidagi erkin gidroksil guruhi C-3 uglerodda ekanligini va shuning uchun **XI** hosil bo‘lgan mahsulot 13,22- dimetoksistaxibotrinning diatsetat ekanligini anglatadi. Spin-spin o‘zaro ta‘sir konstantasining ( $^3\text{J} = 3\text{Gs}$ ) qiymatlar sohasida triplet signalning hosil qilishi, H-3 protonining  $\beta$  - ekvatorial yo‘nalishli fazoviy joylashganligini ko‘rsatadi. Bu shuni anglatadiki, **XI** birikmasidagi C-3 uglerod tarkibidagi atsetoksil guruhi va 13,22- dimetoksistaxibotrin molekulasidagi tegishli gidroksil guruhlari va **XI** diatsetat molekulasidagi atsetoksil guruhi  $\alpha$  - aksial fazoviy konfiguratsiyaga egaligidan dalolat beradi.



5-rasm. 13,22- Dimetoksistaxibotrinning terpenoid qismining konformatsiyasi va deuteropiridinda olingan ROESY spektri

Ushbu xulosalar 3.5-rasmda ko‘rsatilgan 13,22- dimetoksistaxibotrinning ROESY spektri ma‘lumotlari bilan ham tasdiqlangan. Molekuladagi  $\text{CH}_3$ -19 metil radikali va H-8 protonlari orasidagi YAEO ta‘sirning bir xil spektrda aniqlanishimetil radikalining fazoda  $\beta$ -oriyentatsiyalashuvini hamda C-8 ( $\text{CH}_3$ -18) metil guruhiga nisbatan  $\alpha$  - oriyentatsion yo‘nalishga imkon beradi.

13,22- Dimetoksistaxibotrinning molekulasida H-1 $\alpha$  - H-3 $\beta$  va H-5 $\alpha$  - H-6 $\beta$  antiperiplanar proton juftliklari o‘rtasida YAEO ta‘sirini kuzatish ROESY spektrining o‘ziga xos xususiyati bo‘lib, o‘rnatilgan A va B halqalarining fazoda joylashishiga mos keladi. Shunday qilib, taqdim etilgan eksperimental ma‘lumotlar 13,22- Dimetoksistaxibotrinning (**III**) formulasida (5-rasm) tasvirlangan tuzilishga ega degan xulosaga kelishimizga imkon beradi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Дроботько В.Г. Новое заболевание лошадей и людей. //Врачебное дело. 1946, №3. - С. 125.
2. Билай В.И., Пидопличко Н.М. Токсинообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных. – Киев: Наукова думка, 1970. - С. 56-59, 292.
3. Miller J.D., McMullin D.R. Fungal secondary metabolites as harmful indoor air contaminants: 10 years on. Appl. Microbiol. Biotechnol.2014, -v. p. 98, 9953–9966.
4. Саликов М. И., Джилавян Х.А. Эпизоотологические особенности стахиботриотоксикоза. //В сб.: Микотоксины (продуценты, Химия, биосинтез, определение, действие на организм). – Оренбург. 1977. - С. 91-93.
5. Фиалков Я. А., Серебряный С. Б. Выделение токсических веществ из культуры грибка

*Stachybotrys alternans* и исследование их химической природы. В сб.: Стахиботриотоксикоз. - Киев, Изд.-во АН УССР. 1949, -с.73-99.

6. Пашевич В. Ю. Химическая природа яда, образуемого грибом *Stachybotrys alternans*: Автореф. дис. канд. хим. наук. -Вильнюс. 1950, - С. 3-8.

7. Tojiyeva S.N., Kamolov L.S. *Stachybotrys chartarum* zaharli zambururug'idan staxibotridialni ajratib olish va tuzulishini o'rganish // QarDUXabarлари, 2024-yil(1)2. 69-76-b.

8. Tojiyeva S.N., Kamolov L., Naxatov I. Isolation of 3O-acetatestachybotridial from the toxic mushroom *Stachybotrys chartarum* Uz-21 and study of its structure. Universum, Химия и биология выпуск: 10 (124) 2024г, 30-34ст.

9. Камолов Л.С., Тожиева С.Н., Номозова М.З., Низкомолекулярные метаболиты грибов.22-диметилстахиботрин из *Stachybotrys chartarum*. - Universum, Химия и биология выпуск: 5 (107) 2023. - С. 20-24.

10. Камолов Л.С., Агзамова М. А., Арипова С. Ф., Исаев М.И., Низкомолекулярные метаболиты грибов. VI.Малополярные компоненты *Stachybotrys alternans* //Химия природ. соедин., -2000, - № 1.-С. 134-135.

11. Kamolov L., Tojiyeva S., Xasanov Sh., Axmedov O., Berdimurodov E., *Stachybotrys* toxic microscopic fungus low molecular metabolites// Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. -2021. - № 22.-p. 50-61.

12. Tojiyeva S.N., Tojiyeva S.N., Kamolov L.S., Naxatov I., Low molecular metabolites of fungi. 13,22-dimetoxytstachibotrin from *Stachybotrys chartarum*. Jundishapur Journal of Microbiology Published online 2022 october. Research Article Vol.15,No.2. p. 867-879

## NEFTNI QAYTA ISHLASHDA GIDROGENLASH JARAYONLARI

**Bobilova Chinnigul Hayitovna**

QarDTU, katta o'qituvchi

[bobilovachinnigul320@gmail.com](mailto:bobilovachinnigul320@gmail.com)

ORCID 0009-0003-1109-2238

UDK 665.63:66.097.3

**Annotatsiya.** Neft va gaz sanoati mamlakatimiz iqtisodiyotining yetakchi tarmoqlaridandir. O'zbekiston dunyo mamlakatlari orasida tabiiy gaz qazib olish bo'yicha yetakchi o'rinlardan birida turadi. Ushbu maqolada respublikamizda gaz va neft sohasida qilinayotgan ishlar, gidrogenlash jarayonining asosiy omillari va kimyosi, gidrotozalash, katalitik riforming jarayonlari keltirilgan bo'lib, ularda ishlatiladigan katalizatorlar haqida ham ma'lumotlar keltirilgan. Eng asosiysi, gidrogenlash jarayonlarida uglevodorodlarning o'zgarishi va sanoatda gidrogenlash jarayonlari, neft mahsulotlari va qoldiqlarini oltingugurtsizlantirish haqida keng yoritilgan. Gidrogenlash jarayoning maqsadini, undagi jarayonni va o'lkamizda ishlab turgan zavodlarda ishlatilayotdan jarayonlarni, qo'llaniladigan katalizatorni o'rganish va kelgusida bulardanda samarali jarayonlar haqida izlanishlar olib borishdan iborat. So'nggi vaqtlarda neftni qayta ishlash sanoatida gidrogenizatsion jarayonlar keng qo'llanmoqda. Ular yuqori oktanli benzinlarni olishda, dizel va qozon yoqilg'ilarining sifatini yaxshilashda, gidrokreking usuli bilan neftni yuqori fraksiyalaridan yoqilg'ilar hamda surkov moylarini olishda ishlatilib kelinmoqda.

**Kalit so'zlar:** gidrogenlash, gidrotozalash, katalitik riform, destruktiv gidrogenlash, kreking, gidrokreking, katalitik kreking, kokslash, gazoyl fraksiyasi, katalizatorlar.

## HYDROGENATION PROCESSES IN OIL REFINING

**Abstract.** The oil and gas industry is one of the leading sectors of our country's economy. Uzbekistan is one of the world's leading producers of natural gas.

This article presents the work being done in the gas and oil sector in our republic, the main factors and chemistry of the hydrogenation process, hydrotreating, and catalytic reforming processes, and also provides information about the catalysts used in them. The most important thing is to extensively cover the transformation of hydrocarbons in hydrogenation processes and industrial hydrogenation processes, desulfurization of petroleum products and residues. The purpose of the hydrogenation process, the process involved, and the processes used in plants operating in our country, the catalyst used, and to conduct research on more effective processes in the future. Recently, hydrogenation processes have been widely used in the oil refining industry. They are used to produce high-octane gasoline, improve the quality of diesel and boiler fuels, and produce fuels and lubricants from higher fractions of oil by hydrocracking.

**Keywords:** Hydrogenation, hydrotreating, catalytic reforming, destructive hydrogenation, cracking, hydrocracking, catalytic cracking, coking, gas oil fraction, catalysts.

**Kirish.** Termik va katalitik krekingda xomashyodagi vodorod kreking mahsulotlari o'rtasida qayta taqsimlanadi. Xomashyoni fraksiya tarkibi qancha og'ir bo'lsa va ularda smolali asfaltenlar qancha ko'p bo'lsa shuncha ko'p vodorodga boy bo'lmagan mahsulotlarni kreking-qoldiq va koks hosil bo'ladi. Og'ir fraksiyalari xomashyoni kreking qilganda minimal darajada koks hosil bo'lishi uchun va yengil fraksiyalarni ko'p olinishi uchun tashqaridan vodorod kirgizish kerak. Krekingni bu formulasini destruktiv gidrogenlash deyiladi. Destruktiv bo'lmagan gidrogenlashga xomashyoni vodorod bilan to'yintirish kiradi.

Izo-C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>+H<sub>2</sub> □ Izo-C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>

Destruktiv va destruktiv bo'lmagan gidrogenlash jarayonlari o'rtasidagi gidrogenlash formasiga gidrotozalash jarayoni kiradi. Gidrotozalash jarayoni vazifasi neft mahsulotlaridagi oltingugurtli va azotli birikmalarni katalitik usulda vodorod ta'sirida yo'q qilish. Reaksiya natijasida oltingugurtli birikmalar parchalanib H<sub>2</sub>S hosil bo'ladi va to'yinmagan uglevodorodlar to'yinadi.

Gidrotozalash jarayoni odatda biroz parchalanish reaksiyasi bilan boradi. Gidrotozalashdan so'ng olingan mahsulotlarda xomashyoda bo'lmagan yengil fraksiyalar va uglevodorodli gazlar mavjud bo'ladi.

Destruktiv gidrogenlash jarayoni ko'p vodorod sarflashni talab qiladi (5-7% mass. xomashyoga). Qurilmalarni texnologik jihozlash murakkab, chunki jarayon yuqori bosimda (300-700 ob) va yuqori temperaturada (420-500 °C) olib boriladi. Gidrogenlash jarayoni 2-3 bosqichda olib boriladi va bu qurilmalar katta kompleksni tashkil qiladi. Apparatlar yuqori bosimda ishlaydi, shuning uchun ular qimmatbahodir.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Katalitik kreking va kokslash jarayonlarining rivojlanishi soddaligi va arzonligi natijasida destruktiv gidrogenlashdan voz kechildi. Yumshoq sharoitlarda olib boriladigan destruktiv gidrogenlash jarayon (50-200 atm) keyingi vaqtda keng joriy etila boshladi. Bu jarayonda vodorod 1-3% sarflanadi va xomashyo chuqur o'zgarishlarga uchraydi. Bu gidrogenlash jarayonini gidrokreking deyiladi. Gidrokreking jarayonini sanoatga tatbiq etilishiga quyidagilar sababchi bo'ldi:

1. Xomashyo sifatida asosan vodorodga boyroq bo'lgan og'ir distillyatlar ishlatiladi.

2. Oltingugurt, azot va asfaltenlarga boy bo'lgan qoldiq mahsulotlar ishlatilishdan oldin deasfaltizatsiya qilinadi yoki gazoyl fraksiyasi bilan aralashtiriladi.

3. Gidrokreking natijasida benzin fraksiyasi emas, balki kerosin – gazoyl fraksiyasi, katalitik kreking uchun xomashyo bo'lgan og'ir fraksiya va yoqish uchun ishlatiladigan katyol yoqilg'isi olinadi.

1. Gidrokreking jarayoni uchun aktiv va selektiv katalizatorlar yaratilgan.

2. Ba'zi bir hollarda gidrokreking koks hosil bo'lish bilan boradi va jarayonni o'rtacha vodorod bosimida olib boriladi.

**Natijalar va muhokama.** Gidrogenlashda uglevodorodlarni molekularining parchalanishi bilan ketadigan reaksiyalarda vodorod to'yinmagan bog'larga birikadi va hosil bo'lgan moddalar o'zgarimas xarakterga ega bo'ladi.

Molekula qancha kichik bo'lsa, gidrogenlash energiyasi shuncha kichik bo'ladi. Etanning etilendan hosil bo'lishi ozod energiyasini, geksanning geksilendan hosil bo'lish energiyasiga solishtirilganda bu yaqqol ko'rinadi. 500<sup>0</sup>S bu kattalik Z=-18080 kall/mol' Z=-14820 kall/mol'.

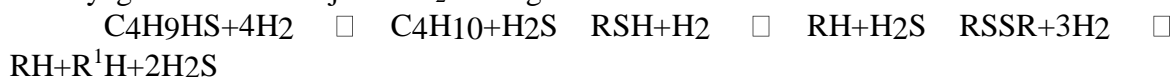
Gidrogenlash sharoitida parafin uglevodorodlar parchalanish va izomerlanish reaksiyalariga kirishishi mumkin.

Katalizator va vodorod ishtirokida gidrogenlash natijasida to'yingan uglevodorodlar hosil bo'ladi:



Bu funksional katalizatorlar ishtirokida parafinlarni izomerlash xuddi katalitik krekingdagidek oraliq moddalar hosil bo'lish bilan boradi.

Kreking temperaturasida to'yingan bog'lardan sodda aromatik, naften va izoparafin uglevodorodlar hosil bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, destruktiv gidrogenlash natijasida koks hosil bo'lishiga olib keladigan aromatik halqalarni kondensatsiyasi kuzatilmaydi. Oltinugurtli mahsulotlarni gidrogenlash natijasida ularni vodorod bilan reaksiyaga kirishishi natijasida  $H_2S$  va uglevodorodlar hosil bo'ladi.



Gidrogenlash natijasida oltinugurtli birikmalar parchalanishi yumshoq sharoitlarda (gidrokrekingga nisbatan) boradi. Gidrogenlash natijasida kislorodli birikmalar suvga, azotli birikmalar esa ammiakka aylanib ketadi.

Reaksiyalarning yo'nalishiga temperatura rejimi, qo'llanilayotgan katalizator katta rol o'ynaydi. Temperatura ortishi bilan zanjirlarni va halqalarni parchalanish reaksiyasi kuchayadi. Bosimni pasayishi uglerod-vodorod bog'larini parchalanishiga olib keladi va buning natijasida parafin uglevodorodlardan olefinlar va olefin uglevodorodlarni aromatik uglevodorodlarga siklizatsiyalash kuchayadi.

Yuqori temperaturada gidrogenlash va parchalash xususiyatiga ega bo'lgan aktiv katalizatorlar molibden va volfram sulfidlaridir. Bu katalizatorlar oksid holida olinib oltinugurtli birikmalar ta'sirida sulfid ko'rinishiga o'tadi, lekin katalizator o'zining aktivligini yo'qotmaydi. Bu katalizator yuqori temperaturada ( $450-480^{\circ}C$ ) qo'llaniladi.

$MoS_2$  va  $WS_2$  gidrogenlash va parchalash xususiyatiga ega. Reaksiyalarni u yoki bu yo'nalishlarini kuchaytirish uchun katalizator tarkibiga promotorlar qo'shiladi. Ni yoki Co qo'shilsa, gidrogenlash xususiyati ortadi.  $WS_2$  ni Al-Si ga shimdirilsa (o'tkazilsa), uning parchalanish xususiyati ortadi.

Hozirgi paytda gidrokreking jarayonlarda bifunksional gidrokreking qiluvchi katalizatorlar – kislotali xususiyatga ega bo'lgan yonuvchi va aktiv metallar ishlatiladi. Aktiv metallarga: platina, nikel, palladin, molibden va hokazolar kiradi. Aktiv metallar gidrogenlash xususiyatiga ega, kislotali xususiyatga ega bo'lgan o'yuvchi parchalash va izomerlash xususiyatiga egadir.

Gidrogenlash jarayonlarga quyidagilar kiradi:

A. Gidrotozalash: oddiy rejimda olib borilganda xomashyo oltinugurt va azot birikmalari va to'yinmagan uglevodorodlardan tozalanadi: qattiq rejimda olib borilganda kerosin va dizel yoqilg'isi fraksiyalaridagi aromatik uglevodorodlar naftenlarga o'tkaziladi (reaktiv yoqilg'i olish).

B. Gidrooltingugursizlantirish neftning og'ir qoldiqlarini va mazutni tozalash.

C. Gidrokreking yuqori haroratda qaynovchi neft fraksiyalaridan yengil fraksiyalar (benzin, reaktiv va dizel yonilg'i) ni olish.

D. Parafinlarni tozalash.

Gidrotozalash jarayonining ahamiyati. Oxirgi vaqtlarda umumiy balansda tarkibida oltinugurt va azot birikmalari ko'p bo'lgan neftlar qazib olishning ko'payishi va shuningdek, neftdan olinayotgan mahsulotlarning sifatiga qattiq talab qo'yilishi munosabati bilan va havo flotida reaktiv texnikasining joriy qilinishi gidrotozalash jarayonini rivojlantirishni taqozo qildi.

Gidrokreking jarayoni kelgusida katalitik kreking jarayoniga almashadi.

Gidrotozalash usuli bilan yog'lar olish jarayoni murakkabroq jarayon bo'lishiga qaramay kelgusida rivojlanadi. Bu usulning asosiy ikkita omili bor:

a) hozirda moy olish jarayonidagi ishlatilayotgan zaharli fenol moddasi ishlatilmaydi;

b) olinayotgan yog'ning miqdori ko'payadi.

Bulardan tashqari gidrotozalash jarayoni ham gidrogenlash jarayonlarga kiradi. Masalan, piroliz jarayonida olingan suyuq modda tarkibida bir va bir necha qo'sh bog'i bo'lgan to'yinmagan birikmalar, shular bilan oltingugurt va azotli birikmalar bor. Bu suyuq moddaning sifatini yaxshilash uchun birinchi navbatda platina katalizatori ishtirokida 20-75<sup>0</sup>S da 4-5 MPa bosimda ikki va undan ortiq qo'sh bog'li birikmalar smolasimon moddalar to'yintiriladi. Bu jarayon 340-380<sup>0</sup>S, 3,5-4 MPa bosimda olib boriladi, shu vaqtda oltingugurtli va azotli birikmalardan ham tozalanadi.

Benzin va dizel yoqilg'isini oltingugurtli va azotli birikmalardan tozalash – gidrotozalash jarayoni alyumokobalt yoki alyumonikel molibden katalizatorlari ishtirokida olib boriladi. C-C bog'ning energiyasi 227 kDj/mol'ga teng. Shu sababli C-C bog'i osonroq uzuladi, bu asosiy reaksiya bilan bir qatorda to'yinmagan birikmalarning to'yinishi, qisman uglevodorod molekularning parchalanishi kabi reaksiyalar sodir bo'ladi.

Gidrotozalash 350-400<sup>0</sup>S va 3-5 MPa bosimda olib boriladi.

Kerosin va dizel yoqilg'isi fraksiyalarini gidrotozalash qilib aromatik uglevodorodlarni to'yintirish lozim bo'lsa, bu jarayon 10-15 MPa bosimda olib boriladi.

Neftni qayta ishlagandagi qoldiq mazutni bug' qozonlari uchun yoqilg'i sifatida ishlatish uchun gidrooltingugurtsizlantirish qilinadi. Katalizator yordamida bu qoldiq fraksiyada oltingugurtli, azotli va metallorganik birikmalar, smolalarning miqdori ko'pdir. Shuning uchun ularning sirtiga birikmalar o'tirib, katalizatorlarning ishlash samaradorligini pasaytiradi. Mazutda oltingugurtning miqdori 1% massadan oshmasligi shart. Termik va katalitik kreking jarayonlarida reaksiya zonasiga tashqaridan vodorod berilmaydi. Gidrokreking jarayonida ea tashqaridan vodorod berilgani uchun yengil va o'rta fraksiyalar ko'p hosil bo'ladi.

Gidrogenlash jarayonlarni rifojlanishiga quyidagilar o'z hissasini qo'shdi:

1. Katalitik riforming uskunalari ko'p miqdorda vodorod olinishi.
2. Yuqori samaradorli katalizatorlar ixtiro qilinishi.
3. Gidrokreking uskunalari faqat benzin emas, o'rta va og'ir fraksiyalarning ham olinishi.

**Xulosa va takliflar.** “Neftni qayta ishlashda gidrogenlash jarayonlari, kimyosi va texnologiyasi. Katalizatorni tanlash va hajmiy hisobi” mavzusidagi ishda neft fraksiyalarini chuqur tozalash va sifatini oshirishning muhim yo'nalishlari keng yoritildi. Maqola kirish qismida respublikamizda gaz va neft sanoatini rivojlantirish borasida amalga oshirilayotgan ishlar hamda mavzuning dolzarbligi asoslab berildi.

Asosiy boblarda gidrogenlash jarayonining kimyoviy asoslari, uni sanoat sharoitida amalga oshirish usullari, gidrotozalash va katalitik riforming jarayonlari hamda ularning afzalliklari izchil bayon qilindi. Jarayonda qo'llaniladigan katalizatorlarning xossalari, ularni tanlash mezonlari va gidrogenlash davomida uglevodorodlarning o'zgarish jarayoni batafsil o'rganildi. Neft mahsulotlari va qoldiqlarini oltingugurtsizlantirishning ekologik hamda iqtisodiy ahamiyati alohida ta'kidlandi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, zamonaviy katalizatorlardan samarali foydalanish, jarayon parametrlarini to'g'ri tanlash va hajmiy hisoblarni aniq bajarish gidrogenlash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Kelgusida gidrogenlash texnologiyasini yanada takomillashtirish, ekologik talablarga mos, yuqori sifatli yoqilg'i va moy mahsulotlari olish imkoniyatini yanada kengaytiradi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. 1 Salimov Y.J. va boshq. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi. O'quv qo'llanma. –T.: Cho'lpon, 2006.
2. 2 Bozorov F.P., Xo'jaqulov A.F. Neft va gazkondensatni qayta ishlash texnologiyasi. O'quv qo'llanma. –T.: Muharrir, 2018.
3. А.К. Мановян. Технология первичной переработки нефти и природного газа.– Москва: Химия, 2001. –568 с.

4. Первая Российская конференция по технологиям нефтепереработки. - Москва, Документация конференции, 25-27 сентября 2001.
5. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учеб.- метод. комплекс. Ч.1. Курс лекций/ сост. и общ. ред. С.М. Ткачева.- Новополюк: ПГУ, 2006. -392 с.
6. Уильям Л. Леффлер. Переработка нефти. ЗАО "Олимп-бизнес". - М.: 2001. - С. 244.
7. Борисов Г.С., Бриков В.П., Дитнерский Й.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. - Химия, 1991. - С. 496
8. Bobilova Ch. H. Development directions and innovations of nanochemistry.
9. Джураева Ш.Д., Бобилова Ч.Х. Вероятный механизм образования производного соединения ПФ-133-284b. - Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. -Namangan, 2021-yil 23-24 noyabr.
10. Internet: Ziyo.net.

## FENOLNING AYRIM ATSETILEN SPIRTLARI BILAN $\text{FeCl}_3$ KATALIZATORI YORDAMIDA ELEKTROFIL ALMASHINISHI

**S.S.Abduraxmanova**

O'zbekiston Milliy Universiteti, PhD

ORCID 0009-0000-0479-7465

[saidaoilgas@mail.ru](mailto:saidaoilgas@mail.ru)

**O.E.Ziyadullayev**

O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi  
professor

ORCID 0000-0001-9576-1889

[bulak2000@yandex.ru](mailto:bulak2000@yandex.ru)

**S.E.Nurmanov**

O'zbekiston Milliy Universiteti, professor

[nurmonov\\_se@mail.ru](mailto:nurmonov_se@mail.ru)

ORCID 0000-0001-6840-3031

UDK 547.56 544.478. 544.433.22

**Annotatsiya.** Ushbu ishda ayrim atsetilen spirtlrini  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  katalitik sistemasida yordamida fenol ishtirokida aromatik elektrofil alkinlash reaksiyalari orqali fenol hosilalari sintez qilish jarayoni o'rganildi, reaksiya mexanizmi taklif etildi hamda olingan mahsulotlar identifikatsiyalandi. Reaksiya tezligiga katalizator, erituvchilar va boshlang'ich moddalar miqdori va tabiatining ta'siri aniqlandi. Tanlangan atsetilen spirtlari molekulasida funksional guruhlar tabiati va ularning fazoviy ta'sir etish xossasiga ko'ra  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  katalitik sistemasida fenol bilan reaksiyasiga kirishishi samaradorlik qatori ishlab chiqildi. Sintez qilingan fenol hosilalarining xususiy fizik konstantalari aniqlangan, tozaligi, tarkibi va tuzilishi zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida isbotlangan. Olingan natijalar asosida fenol hosilalarini  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  katalitik sistemasida sintez qilish reaksiyalarining eng muqobil sharoitlari aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** atsetilen spirtlari, fenol, elektrofil almashinish, erituvchilar, atsetonitril, karbokation, rezonans.

## ELECTROPHILIC SUBSTITUTION OF PHENOL WITH SELECTED ACETYLENIC ALCOHOLS IN THE PRESENCE OF $\text{FeCl}_3$ CATALYS

**Abstract.** In this study, the process of synthesizing phenol derivatives through aromatic electrophilic alkylation reactions of selected acetylenic alcohols in the presence of phenol using the  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  catalytic system was investigated. The reaction mechanism was proposed, and the obtained products were identified. The influence of the catalyst, solvents, and the nature and quantity of the starting materials on the reaction rate was determined. Based on the nature of the functional groups in the molecules of the selected acetylenic alcohols and their spatial effects, an efficiency scale for their reactivity with phenol under  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  catalytic conditions was developed. The specific physical constants of the synthesized phenol derivatives were determined, and their purity, composition, and structure were confirmed using modern physicochemical

research methods. Based on the obtained results, the optimal conditions for the synthesis of phenol derivatives in the  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  catalytic system were established

**Keywords:** acetylenic alcohols, phenol, electrophilic substitution, solvents, acetonitrile, carbocation, resonance.

**Kirish.** Hozirgi kunda organik sintezda “yashil kimyo” tamoyillari asosida ishlovchi samarali, ekologik xavfsiz va energiya tejankor usullar keng joriy etilmoqda. Ayniqsa katalitik jarayonlar, fotokimyoviy reaksiyalar, shuningdek, biofaol moddalarning stereoselektiv sintezi bo'yicha qator yutuqlar kuzatilmoqda. Bunday yondashuvlar orqali sintetik jarayonlar nafaqat soddalashtirilmoqda, balki ularning iqtisodiy va ekologik samaradorligi ham oshmoqda [1-4]. Ayniqsa, murakkab molekularlarning tez, selektiv va samarali sintezi talab etilayotgan bir davrda atsetilen spirtlari alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu sinf vakillari ko'p funksiyali substratlar bo'lib, turli xil kimyoviy reaksiyalarda universal oraliq mahsulotlar vazifasini bajaradi. Ayniqsa, atsetilen spirtlari – ya'ni alkin guruhi  $\beta$ -holatda joylashgan spirtlar – yangi avlod sintez yo'nalishlarida muhim o'rinni egallagan. Atsetilen spirtlari, kimyoviy jihatdan  $\text{C}\equiv\text{C}$  uch bog'ga ega bo'lgan spirtlar sinfiga mansub bo'lib, o'zining noyob tuzilishi tufayli sanoatning ko'plab tarmoqlarida muhim rol o'ynaydi. Ularning turli kimyoviy o'zgarishlarga kirisha olish qobiliyati ushbu birikmalarni ko'p qirrali sintetik vositalarga aylantiradi [5-7].

Ingliz kimyogarlari tomonidan birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi atsetilen spirtlarining spirtlar, aminlar, amidlar, tiollar, furanlar,  $\beta$ -keto efirlar va allil-trimetilsilan kabi nukleofil reagentlar bilan almashinish reaksiyalari amalga oshirilgan. Ushbu atsetilen spirtlarining nukleofil reagentlar bilan  $\text{S}_{\text{N}}1$  tipidagi almashinish reaksiyasi  $\text{CuBr}_2/\text{MeNO}_2$  va  $\text{PPh}_3\text{AuNTf}_2/\text{PhMe}$  katalitik sistemalarida olib borilgan. Elektron zichligi yuqori bo'lgan aromatik halqa saqlagan atsetilen spirtlar bilan furanlar hamda tiollarda mahsulot unumi yuqori bo'lishi kuzatilgan. Shuningdek, sintez qilingan mahsulotlar tarkibi E/Z izomerlardan iborat ekanligi aniqlangan [8-10]

**Adabiyotlar tahlili.** Dunyo olimlari tomonidan propargil spirtlarining gidroksil guruhlarini bevosita almashtirish bo'yicha bir nechta katalitik usullar ishlab chiqildi [11] va bunda ruteniy [12] yoki reniy [13,14] katalizatorlari qo'llanilgan. Ushbu usullarning asosiy kamchiligi shundaki, ishlatilayotgan metall katalizatorlar qimmat va noyob ekanligidir. Bundan tashqari, ruteniy katalizatorlari ishtirokidagi reaksiyalar odatda terminal va ikkilamchi propargil spirtlari bilan cheklanadi [15], reniy katalizatorlari esa ichki alkinlarga nisbatan qo'llaniladi. Ushbu muammolarni echish maqsadida ispan olimlari tomonidan propargil spirtlarini va etanolning (nukleofil reagent sifatida) o'rtasidagi reaksiyasi, turli katalizator tizimlarida va atsetonitril eritmasida olib borildi. Ushbu reaksiyalar dixlordioxsomolibden,  $\text{InCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{CeCl}_3$ , *p*-toluensulfon kislota monogidрати, kamfora sulfon kislota va xlorid kislota kabi katalizatorlarda amalga oshirildi. Tanlangan katalizatorlar ichida *p*-toluensulfon kislota monogidрати, kamfora sulfon kislotalar qo'llanilganda kutilgan natijaga erishildi, ya'ni mahsulot unumi yuqori chiqishi kuzatildi [16].

Propargil spirtlarini alil trimetilsilan, spirtlar, aromatik birikmalar, tiollar va amidlar kabi uglerod va geteroatom markazli nukleofillar bilan umumiy va samarali  $\text{FeCl}_3$ -katalizli almashtirish reaksiyasi ishlab chiqildi, bu esa C – C, C – O, C – S va C – N bog'lar hosil bo'lishiga olib keldi [17].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Sinov reaksiyasi hajmi 250 ml bo'lgan, termik bardoshli va mexanik jihatdan mustahkam, shaffof borosilikat shishasidan tayyorlangan uch og'izli, dumaloq tubli kolbada (Glassco markasi, markaziy shlif 29/32, yon shliflar 14/23) olib borildi. Kolbaning og'izlariga laboratoriya standarti asosida quyidagi uskunalar o'rnatildi: birinchi og'izga qaytarma sovutgich (reflux condenser), ikkinchisiga tomizgich voronka (dropping funnel), uchinchisiga esa aniq o'lchovli raqamli termometr joylashtirildi. Aralastirish jarayoni magnitli aralastirgich yordamida (MS7-H550-Pro modeli) amalga oshirildi.

Dastlab, kolbaga 1,3-difenilpropin-2-ol-1 (5,4 mg, 1,0 mmol) va fenol (343 mg, 3,0 mmol) ketma-ket ravishda qoʻshildi. Keyin, erituvchi sifatida 2 ml atsetonitril ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ) va katalizator rolini bajaruvchi angidrid temir(III) xlorid ( $\text{FeCl}_3$ ) (8 mg, 0,05 mmol) kolbaga qoʻshildi. Olingan aralashma xona haroratida, yaʼni 22–25 °C atrofida, 2 soat davomida doimiy magnitli aralashtirish sharoitida reaksiyaga kirishdi. Reaksiya davomida kolbadagi harorat raqamli termometr yordamida doimiy nazorat qilib borildi. Reaksiyaning borishi va asosiy mahsulot hosil boʻlishi yupqa qatlamli xromatografiya (TLC) usuli yordamida kuzatib borildi (elyuent: etil atsetat/geksan, 1:4). Reaksiya yakuniga yetgach, erituvchi ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ) reaksiya aralashmasidan vakuum ostida, rotatsion bugʻlatgich yordamida toʻliq ajratib olindi. Hosil boʻlgan qattiq qoldiq kremniy dioksid (silikagel) asosidagi kolonkali xromatografiya usuli bilan tozalandi. Elyuent sifatida etil atsetat va geksanning 10:1 hajmiy nisbatdagi aralashmasi ishlatildi. Fraksiyalarning analizi TLC orqali nazorat qilindi va asosiy mahsulot boʻlgan tiniq, och sariq rangli suyuqlik – 4-(1,3-difenilpropin-2-il)fenol (**21**) – ajratib olindi. Mahsulotning chiqishi 84,5% ni tashkil etdi va xromatografik harakatchanlik koeffitsienti ( $R_f$ ) 0,63 ga teng boʻldi (elyuent: etil atsetat/geksan, 1:4).

Tadqiqot natijalari asosida zamonaviy IQ-,  $^1\text{H}$  YaMR-,  $^{13}\text{C}$  YaMR-, spektroskopiya, mass spektrometriya, xromatografik (YQX, KX) tadqiqot usullaridan olingan natijalar asosida ishonchli tarzda tahlil qilingan:

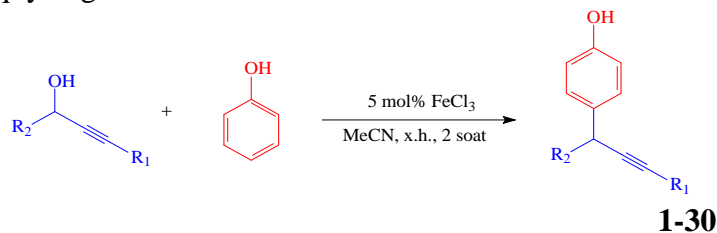
4-(1,3-difenilpropin-2-il)fenol (**21**) – 84,5%.

$^1\text{H}$ -YaMR (300 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 7.49-7.21 (m, 12H), 6.79 (d, J = 8.4, 1H), 5.16 (s, 1H), 4.88 (bs, 1H);  $^{13}\text{C}$ -YaMR (100 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) d 154.4, 142.0, 134.1, 131.7, 129.1, 128.6, 128.2, 128.0, 127.8, 126.9, 123.5, 115.4, 90.5, 84.8, 42.9;

**Olingan natijalar tahlili.** Ushbu ishda ilk bor atsetilen spirtlari – 1-fenilpropin-2-ol-1, 1-(2,4,5-trimetilfenil)propin-2-ol-1, 1-(2,4-dimetilfenil)propin-2-ol-1, 1-*o*-tolilpropin-2-ol-1, 1-(2-bromfenil)propin-2-ol-1, 1-(5-ftor-2-metilfenil)propin-2-ol-1, 1-(3,4-dixlorfenil)propin-2-ol-1, 1-(2-xlor-6-ftorfenil)propin-2-ol-1, 1-(naftalinil-1)propin-2-ol-1, 1-(anratsenil-9)propin-2-ol-1, 1-fenilgeptin-2-ol-1, 1-(2,4,5-trimetilfenil)geptin-2-ol-1, 1-(2,4-dimetilfenil)geptin-2-ol-1, 1-*o*-tolilgeptin-2-ol-1, 1-(2-bromfenil)-3-fenilgeptin-2-ol-1, 1-(5-ftor-2-metilfenil)-3-fenilgeptin-2-ol-1, 1-(3,4-dixlorfenil)-3-fenilgeptin-2-ol-1, 1-(2-xlor-6-ftorfenil)-3-fenilgeptin-2-ol-1, 1-(naftalinil-1)geptin-2-ol-1, 1-(anratsenil-9)geptin-2-ol-1, 1,3-difenilpropin-2-ol-1, 1-(2,4,5-trimetilfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(2,4-dimetilfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 3-fenil-1-*o*-tolilpropin-2-ol-1, 1-(2-bromfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(5-ftor-2-metilfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(3,4-dixlorfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(2-xlor-6-ftorfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(naftalinil-1)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(anratsenil-9)-3-fenilpropin-2-ol-1 larni  $\text{FeCl}_3/\text{MeCN}$  katalitik sistemasida fenol bilan aromatik elektrofil alkinlash reaksiyasi natijasida 4-(1-fenilpropin-2-il-1)fenol (**1**), 4-(1-(2,4,5-trimetilfenil)propin-2-il-1)fenol (**2**), 4-(1-(2,4-dimetilfenil)propin-2-il-1)fenol (**3**), 4-(1-(*o*-tolil)propin-2-il-1)fenol (**4**), 4-(1-(2-bromfenil)propin-2-il-1)fenol (**5**), 4-(1-(5-ftor-2-metilfenil)propin-2-il-1)fenol (**6**), 4-(1-(3,4-dixlorfenil)propin-2-il-1)fenol (**7**), 4-(1-(2-xlor-6-ftorfenil)propin-2-il-1)fenol (**8**), 4-(1-(naftalinil-1)propin-2-il-1)fenol (**9**), 4-(1-(anratsenil-9)propin-2-il-1)fenol (**10**), 4-(1-fenilgeptin-2-il-1)fenol (**11**), 4-(1-(2,4,5-trimetilfenil)geptin-2-il-1)fenol (**12**), 4-(1-(2,4-dimetilfenil)geptin-2-il-1)fenol (**13**), 4-(1-(*o*-tolil)geptin-2-il-1)fenol (**14**), 4-(1-(2-bromfenil)geptin-2-il-1)fenol (**15**), 4-(1-(5-ftor-2-metilfenil)geptin-2-il-1)fenol (**16**), 4-(1-(3,4-dixlorfenil)geptin-2-il-1)fenol (**17**), 4-(1-(2-xlor-6-ftorfenil)geptin-2-il-1)fenol (**18**), 4-(1-(naftalinil-1)geptin-2-il-1)fenol (**19**), 4-(1-(anratsenil-9)geptin-2-il-1)fenol (**20**), 4-(1,3-difenilpropin-2-il-1)fenol (**21**), 4-(3-fenil-1-(2,4,5-trimetilfenil)propin-2-il-1)fenol (**22**), 4-(1-(2,4-dimetilfenil)-3-fenilpropin-2-il-1)fenol (**23**), 4-(3-fenil-1-*o*-tolil)propin-2-il-1)fenol (**24**), 4-(1-(2-bromfenil)-3-fenilpropin-2-il-1)fenol (**25**), 4-(1-(5-ftor-2-metilfenil)-3-fenilpropin-2-il-1)fenol (**26**), 4-(1-(3,4-dixlorfenil)-3-fenilpropin-2-il-1)fenol (**27**), 4-(1-(2-xlor-6-ftorfenil)-3-fenilpropin-2-il-1)fenol (**28**), 4-(1-(naftalinil-1)-3-

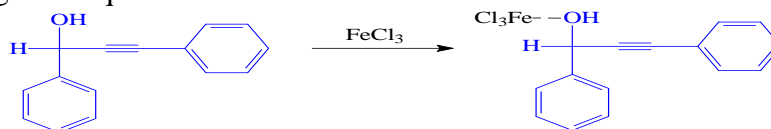
fenilpropin-2-il-1)fenol (**29**), 4-(1-(antratsenil-9)-3-fenilpropin-2-il-1)fenol (**30**) sintezi o'rganilgan.

Adabiyot manbalaridan keltirilgan ma'lumotlar asosida jarayonning umumiy reaksiya sxemasi quyidagicha taklif etildi.

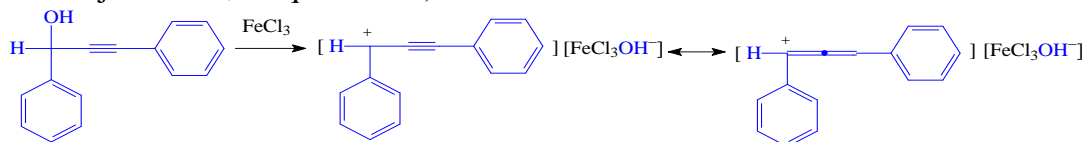


Bu yerda:  $R_1 = H, R_2 = H$  (**1**);  $R_1 = H, R_2 = 2,4,5 - (Me)_3$  (**2**);  $R_1 = H, R_2 = 2,4 - (Me)_2$  (**3**);  $R_1 = H, R_2 = 2 - Me$  (**4**);  $R_1 = H, R_2 = 2 - Br$  (**5**);  $R_1 = H, R_2 = 5 - F-2 - Me$  (**6**);  $R_1 = H, R_2 = 3,4 - Cl$  (**7**);  $R_1 = H, R_2 = 2 - Cl-6 - F$  (**8**);  $R_1 = H, R_2 = 1-Nh$  (**9**);  $R_1 = H, R_2 = 9 - An$  (**10**);  $R_1 = Hx, R_2 = H$  (**11**);  $R_1 = Hx, R_2 = 2,4,5 - (Me)_3$  (**12**);  $R_1 = Hx, R_2 = 2,4 - (Me)_2$  (**13**);  $R_1 = Hx, R_2 = 2 - Me$  (**14**);  $R_1 = Hx, R_2 = 2 - Br$  (**15**);  $R_1 = Hx, R_2 = 5 - F-2 - Me$  (**16**);  $R_1 = Hx, R_2 = 3,4 - Cl$  (**17**);  $R_1 = Hx, R_2 = 2 - Cl-6 - F$  (**18**);  $R_1 = Hx, R_2 = 1-Nh$  (**19**);  $R_1 = Hx, R_2 = 9 - An$  (**20**);  $R_1 = Ph, R_2 = H$  (**21**);  $R_1 = Ph, R_2 = 2,4,5 - (Me)_3$  (**22**);  $R_1 = Ph, R_2 = 2,4 - (Me)_2$  (**23**);  $R_1 = Ph, R_2 = 2 - Me$  (**24**);  $R_1 = Ph, R_2 = 2 - Br$  (**25**);  $R_1 = Ph, R_2 = 5 - F-2 - Me$  (**26**);  $R_1 = Ph, R_2 = 3,4 - (Cl)_2$  (**27**);  $R_1 = Ph, R_2 = 2 - Cl-6 - F$  (**28**);  $R_1 = Ph, R_2 = 1-Nh$  (**29**);  $R_1 = Ph, R_2 = 9 - An$  (**30**);

Jarayon mexanizmi: Dastlab  $FeCl_3$  1,3-difenilpropin-2-ol-1ning molekulasidagi gidroksil guruh (-OH) ni faol holatga keltiradi. Bu jarayon Lyuis kislotali aktivlash bosqichi bo'lib, ushbu bosqichda  $FeCl_3$  ning  $Fe^{3+}$  ioni 1,3-difenilpropin-2-ol-1 molekulasini gidroksil guruhidagi (-OH) kislorod atomining erkin elektron jufti bilan koordinatsion bog' hosil qiladi.



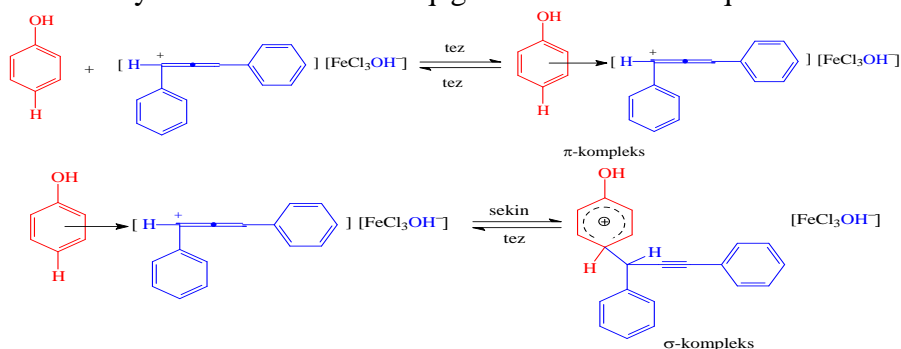
Bu bog' orqali  $FeCl_3$  kislorodning elektrodonorligini (elektron zichligini) kamaytiradi, natijada -OH guruhi chiqib ketishi osonlashadi. Oqibatda  $FeCl_3OH^-$  hamda karbokation (vinilik karbokation) hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan vinilik karbokation  $sp^2$  gibridlangan bo'lib, molekulasidagi uch bog' ( $C\equiv C$ ) bilan konyugatsiyalangan (ya'ni  $\pi$ -bog'lar va bo'sh p-orbital orasida rezonans (elektron oqim) mavjud) holatda bo'ladi. Bunday rezonans tufayli musbat zaryad faqat bitta joyda emas, balki bir nechta atomlar orasida taqsimlanadi va molekula barqarorroq (oddiy karbokationda musbat zaryad bitta uglerodda jamlanadi, barqaror emas) bo'ladi.



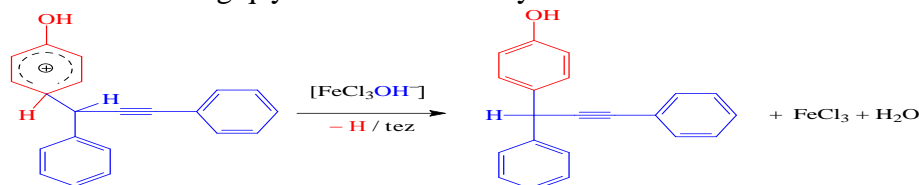
Jarayonning keying bosqichida fenol ta'sirida elektrofil aromatik almashinish reaksiyasi sodir bo'ladi. Fenol – elektronga boy aromatik birikma bo'lib, elektrofil zarrachani (vinilik karbokation) orto-, para- holatlariga yo'naltiradi.

Aromatik elektrofil almashinish reaksiyalari ko'p holatlarda ikki bosqichli mexanizmda sodir bo'ladi. Birinchi sekin boruvchi bosqichda elektrofil zarracha (vinilik karbokation) aromatik yadroga (fenolga) bog'lanadi, bunda aromatik elektron sistema buziladi (aromatiklik yo'qoladi,  $\pi$ -kompleks hosil bo'ladi. So'ngra yadrodagi hujumga uchragan C atomi (fenolning para- holatidagi)  $sp^3$ -gibridlanish holatiga o'tadi va  $\sigma$ -kompleks hosil bo'ladi. Natijada fenol halqasidagi molekula simmetriyasi buziladi, ya'ni vinilik karbokation va H atomi halqa tekisligidan tashqarida yotadi. Fenol halqasining

bog' hosil qilishida qatnashmagan 4 ta  $\pi$  elektroni va 5 ta C atomi bo'ylab tekis taqsimlanadi. Bunday tuzilish aromatik halqaga nisbatan ancha beqarordir.

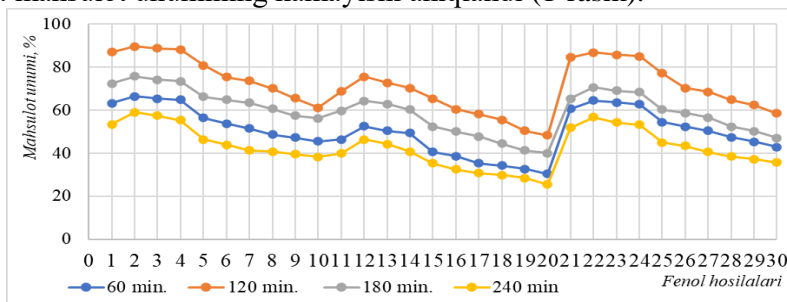


Reaksiyaning ikkinchi tez boruvchi bosqichida esa  $\sigma$ -kompleksdan protonning ajralishi hamda aromatik sistemaning qayta tiklanishi bilan yakunlanadi.



Tadqiqot maqsadiga ko'ra fenol hosilalarini sintez qilishda mahsulot unumiga tanlangan atsetilen spirtlarining tabiati, ularning molekulasini fazoviy tuzilishi, optik faolligi va o'rinbosarlar tabiatining ta'siri o'rganildi. Kimyoviy jarayonlarning borishiga va mahsulot unumiga harorat, reaksiya davomiyligi, erituvchilar va katalizatorlar tabiati, boshlang'ich moddalar konsentratsiyasi hamda mol miqdorlari ta'siri tizimli tahlil qilindi.

Atsetilen spirtlarini fenol bilan  $FeCl_3/MeCN$  katalitik sistemasida aromatik alkinlash reaksiyalarida dastlab reaksiya davomiyligi ta'siri o'rganildi va jarayon 60-240 minut davomida olib borildi. Reaksiya vaqti 120 minut davomida olib borilganda mahsulot hosil bo'lish samaradorligining keskin oshishi kuzatildi. Jumladan 120 minut davomida olib borilganda katalizatorlarning faolligi, atsetilen spirtining eruvchanligi,  $-OH$  guruhini aktivlanishi va fenolning aromatik halqasiga elektrofil hujum qilish darajasining eng yuqori cho'qqiga chiqishi natijasida sistemada fenol hosilalarining hosil bo'lish qiymati maksimum miqdorda bo'ldi (harorat  $25^\circ C$  da **1**-87,0%, **2**-89,7%, **3**-88,8%, **4**-88,2%, **5**- 80,8%, **6**-75,4%, **7**- 73,7%, **8**-70,2%, **9**-65,6%, **10**-61,2%, **11**-68,8%, **12**-75,6%, **13**- 72,8%, **14**-70,3%, **15**- 65,3%, **16**-60,4%, **17**-58,2%, **18**-55,5%, **19**-50,4%, **20**-48,4%, **21**- 84,5%, **22**-86,8%, **23**- 85,7%, **24**-85,0%, **25**-77,1%, **26**-70,3%, **27**-68,5%, **28**-64,5%, **29**- 62,3%, **30**-58,5%). Reaksiya 60 minut davomida o'tkazilganda fenol tanlangan atsetilen spirtlari bilan oxirigacha reaksiyaga kirisha olmasligi, katalizatorlar o'z faolligini to'liq namoyon qilmasligi kuzatildi. Reaksiya 180-240 minut davomida olib borilganda esa katalizatorlar sistemada uzoq vaqt qolishi natijasida gidrolizlanishi,  $(-OH)$  guruhga yoki fenolga bog'lanib inert komplekslar hosil qilishi, atsetilen spirtlarining oksidlanishi natijasida ketonlar hosil bo'lishi hamda karbokation hosil qilganda o'zaro reaksiyaga kirishib demirlanishi yoki polimerlanishi, fenolning aromatik halqasida orto-, para- orentatlari faolligi tufayli di-, tri- alkilfenollar hosil bo'lishi hisobiga mahsulot unumining kamayishi aniqlandi (1-rasm).



**1- Rasm. Fenol hosilalari unumiga reaksiya davomiyligi ta'siri (harorat  $-25^\circ C$ , erituvchi atsetonitril)**

Tadqiqot obyekti sifatida tanlangan atsetilen spirtlarining fenol ishtirokida aromatik alkinillash reaksiyalariga atsetilen spirtlarining fenil radikal R-almashgan o‘rinbosarlarining ta’siri nazariy tahlil qilindi. Atsetilen spirtlari molekulasidagi fenil radikaliga birikkan turli tabiatga ega o‘rinbosarlar reaksiya jarayoniga turlicha ta’sir etadi. Bu ularning molekulaga mezomer yoki induksion ta’siriga bog‘liqdir, ya’ni benzol halqasidagi elektronodonor guruh (-CH<sub>3</sub>) o‘rinbosarlari ta’sirida halqadagi elektrofilik almashinuv reaksiyasini **faollashtiradi**. Ya’ni, tanlangan atsetilen spirtlari molekulasidagi elektronodonor o‘rinbosarlar (-CH<sub>3</sub>) +I ta’sir tufayli  $\pi$ -sistemaga elektron beradi, natijada  $\pi$ -sistema faollashadi va aromatik elektrofil reaksiyalar osonlashadi. Bu esa FeCl<sub>3</sub> ishtirokidagi vinilik kationining fenolga bog‘lanishini tezlashtiradi. Elektronokseptor guruh (-Cl, -Br, -F) ta’sirida esa aromatik halqani **kam elektron bilan ta’minlanishi natijasida** elektrofil hujumi nisbatan **kamroq namoyon bo’ladi**. Katta aromatik guruhli (-Nh, -An) o‘rinbosar tutgan atsetilen spirtlari fazoviy to’siqlar tufayli fenolga elektrofil hujum qilishi qiyinlashadi, natijada mahsulot unumida kamayish kuzatiladi.

Reaksiya tezligini oshirishda katalizatorlarning o‘rni muhimdir. Katalizatorlar reaksiya mexanizmiga ta’sir qilib, unga maqbul yo‘l ochadi va natijada faollanish energiyasini kamaytiradi. Ana shu tamoyil asosida FeCl<sub>3</sub> (temir(III)xlodid) katalizatori aromatik elektrofilik alkinillash reaksiyalarida keng qo‘llaniladi.

FeCl<sub>3</sub> – kuchli Lyuis kislotasi bo‘lib, atsetilen spirtlaridagi gidroksil (-OH) guruhini faol holatga keltiradi, ya’ni uni yaxshi chiqib ketuvchi guruhga aylantiradi. Natijada vinillik karbokation hosil bo‘lib, u elektrofil sifatida fenol halqasiga hujum qiladi. FeCl<sub>3</sub> ishtirokida bu oraliq bosqichning faollanish energiyasi sezilarli darajada pasayadi, bu esa reaksiyaning umumiy tezligini oshiradi va yuqori unumga olib keladi.

Shunday qilib, FeCl<sub>3</sub> katalizatori nafaqat reaksiyani tezlashtiradi, balki reaksiyani yumshoq sharoitda olib borishga, selektivlik va mahsulot unumini oshirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari FeCl<sub>3</sub> katalizatori oson topilishi hamda arzonligi bilan aromatik halqalar bilan reaksiyalarida eng samarali katalizatorlardan biri hisoblanadi.

Xulosa. Ilk bora atsetilen spirtlarni FeCl<sub>3</sub>/MeCN katalitik sistemasi yordamida fenol ishtirokida aromatik elektrofil alkinillash reaksiyalarini orqali fenol hosilalari sintez qilish jarayoni o‘rganildi, reaksiya mexanizmi taklif etildi hamda olingan mahsulotlar identifikatsiyalandi. Reaksiya tezligiga katalizator, erituvchilar va boshlang‘ich moddalar miqdori va tabiatining ta’siri aniqlandi. Tanlangan atsetilen spirtlari molekulasida funksional guruhlar tabiati va ularning fazoviy ta’sir etish xossasiga ko‘ra FeCl<sub>3</sub>/MeCN katalitik sistemasida fenol bilan reaksiyasiga kirishishi – 20 < 19 < 18 < 17 < 30 < 16 < 10 < 29 < 28 < 15 < 9 < 27 < 11 < 8 < 14 < 26 < 13 < 7 < 6 < 12 < 25 < 5 < 21 < 24 < 23 < 22 < 1 < 4 < 3 < 2 qatori bo‘yicha oshib borishi aniqlandi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ingmar Bauer, Hans-Joachim Knolker. Iron Catalysis in Organic // Chemical Reviews, 2015. Volume 115. Pp. 3170-3387.
2. Joshua J. Kennedy-Smith, Lauren A. Young, F. Dean Toste. Rhenium-Catalyzed Aromatic Propargylation // Organic Letters, 2004. Volume 6. Pp. 1325-1327.
3. Gopalakrishnan A., Viorel D. Sarca, James F. Ponder Jr. Jessica C., Kenneth K. Laali. Electrophilic chemistry of propargylic alcohols in imidazolium ionic liquids: Propargylation of arenes and synthesis of propargylic ethers catalyzed by metallic triflates [Bi(OTf)<sub>3</sub>, Sc(OTf)<sub>3</sub>, Yb(OTf)<sub>3</sub>], TfOH, or B(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>3</sub> // Organic and biomolecular chemistry, 2011. Volume 9. Pp. 2518-2529.
4. Rashmi Roy, Satyajit Saha. Scope and advances in the catalytic propargylic substitution reaction // Royal Society of Chemistry Advances, 2018. Volume 8. Pp. 31129-31193.
5. E.Barreiro, A.Sanz-Vidal, E.Tan, Sh.Lau, T.D. Sheppard, S.Diez-Gonzalez. HBF<sub>4</sub>-Catalysed Nucleophilic Substitutions of Propargylic Alcohols // European Journal Organic Chemistry, 2015. Volume 18. Pp.

7544-7549.

6. Chang-Hua D., Xue-Long H.. Catalytic Asymmetric Propargylation // Chemical Reviews, 2011. Volume 111. Pp. 1914-1937.

7. S.S. Abduraxmanova Ayrim aldegid va ketonlar asosida aromatik atsetilen spirtlari olinishi, xossalari, texnologiyalari, qo'llanilishi: Monografiya. – T. : 2024. – 192 bet.

8. M.N. Pennell, P.G. Turner, T.D. Sheppard Gold- and Silver-Catalyzed Reactions of Propargylic Alcohols in the Presence of Protic Additives // Chemistry A European Journal, 2012. Volume 18, Issue 15. Pp. 4748-4758.

9. H. Hui, Q. Zhao, M. Yang, D. She, M. Chen, G. Huang Copper(II) Bromide Catalyzed Novel Preparation of Propargylic Ethers and Sulfides by  $S_N1$ -Type Substitution between Propargylic and Alcohols or Thiols // Synthesis, 2008, Issue 2. Pp. 191-196.

10. J.S. Yadav, B.V. Subba Reddy, T. Srinivasa Rao, K.V. Raghavendra Rao Copper(II)-catalyzed allylation of propargylic and allylic alcohols by allylsilanes: a facile synthesis of 1,5-enynes // Tetrahedron Letters, 2008. Volume 49, Issue 4. Pp. 614-618.

11. T.Ishikawa, Sh.Manabe, T.Aikawa, T.Kudo, S.Saito Intramolecular Catalytic Friedel-Crafts Reactions with Allenyl Cations for the Synthesis of Quinolines and Their Analogues // Organic Letters, 2004. Volume 6, Pp. 2361-2364.

12. Y.Nishibayashi, M.Daisy, Y.Inada, M.Yoshikawa, I.Wakiji, M.Hidai, S.Uemura Ruthenium-Catalyzed Propargylic Substitution Reactions of Propargylic Alcohols with Oxygen-, Nitrogen-, and Phosphorus-Centered Nucleophiles // Chemistry European Journal, 2005, Volume 11. Pp. 1433-1451.

13. Michael R. Luzung and F. Dean Toste Rhenium-Catalyzed Coupling of Propargyl Alcohols and Allyl Silanes // Journal American Chemical Society, 2003, Volume 125. Pp. 15760-15761.

14. M.Georgy, V.Boucard, J.Campagne Gold(III)-Catalyzed Nucleophilic Substitution of Propargylic Alcohols // Journal American Chemical Society, 2005, Volume 127. Pp. 14180-14181.

15. S.Cheettu, N.Yoshikai, Y.Inada, Y.Nishibayashi, E.Nakamura Synergistic Dimetallic Effects in Propargylic Substitution Reaction Catalyzed by Thiolate-Bridged Diruthenium Complex // Journal American Chemical Society, 2005, Volume 127. Pp. 9428-9438.

16. R.Sanz, A.Martinez, J.Alvarez-Gutierrez, F.Rodri Metal-Free Catalytic Nucleophilic Substitution of Propargylic Alcohols // European Journal Organic Chemistry, 2006, Volume 127. Pp. 1383-1386.

17. Z.Zhan, J.Yu, H.Liu, Y.Cui, R.Yang, W.Yang, J.Li A General and Efficient  $FeCl_3$ -Catalyzed Nucleophilic Substitution of Propargylic Alcohols // Journal Organic Chemistry, 2006, Volume 71. Pp. 8298-8301.

## **KOBALT (II) IONINING KETOROLAK VA AMIDLAR BILAN ARALASH-LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMALARI SINTEZI VA TAHLILI**

**Karimova Momojon Egamberganovna**

Xorazm Ma'mun akademiyasi tayanch doktoranti

[karimovamomojon2379@gmail.com](mailto:karimovamomojon2379@gmail.com)

**Hasanov Shodlik Bekpo'latovich**

Xorazm Ma'mun akademiyasi ilmiy ishlar bo'yicha rais o'rinbosari

kimyo fanlari nomzodi., katta ilmiy xodim

[shadlik@mail.ru](mailto:shadlik@mail.ru)

ORCID ID 0000-0002-0334-6977

**Xudoyberganov Oybek Ikromovich**

Xorazm Ma'mun akademiyasi aniq fanlar bo'limi boshlig'i

k.f.f.d.(PhD)., katta ilmiy xodim

[oybek\\_hudoyberganov@mail.ru](mailto:oybek_hudoyberganov@mail.ru)

ORCID 0009-0003-7678-0330

**UDK 546.732;547-326;547-327;543.42;548.315.2;615.28**

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada kobalt (II) ionining ketorolak va amidlardan tashkil topgan aralash-ligandli kompleks birikmalarini sintez qilish va tahlil qilish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari yoritilgan. Sintez jarayoni uchun erituvchi asosidagi usullar tanlandi, bunda kobalt (II) tuzlari (masalan, xlorid yoki atsetat), ketorolak va turli amidlar (formamid, atsetamid, nikotinamid) ma'lum molyar nisbatda reaksiyaga kirishib yangi tarkibli koordinatsion birikmalarni xosil qilgan. Komplekslarning tuzilma va tarkibini aniqlashda IR, UV-Vis, NMR spektral

tahlillari, shuningdek, elementar analiz va rentgen fazoviy tahlil (XRD) usullari qo'llanildi. Termik analiz orqali kompleks birikmalarning termik barqarorligi aniqlandi. Tadqiqot davomida, ligandlar va kobalt (II) ionining koordinatsion o'zaro ta'siri, elektron konfiguratsiyasi va biologik faolligi aniqlanib, tegishli xulosalar berildi. Ketorolak va uning asosida sintez qilingan metallokompleks birikmalarining antibakteriyallik xususiyatlari O'zR FA Mikrobiologiya institutining mikroorganizmlar kolleksiyasidan *Bacillus subtilis*-5, *Escherichia coli*-221, *Pseudomonas aeruginosa*-225, *Staphylococcus aureus*-91, *Candida albicans*-247 shtamlari ustida laboratoriya sharoitida in vitro usulida o'rganildi

**Kalit so'zlar:** Ketorolak, formamid, atsetamid, nikotinamid, koordinatsion birikma, sintez.

### SYNTHESIS AND ANALYSIS OF MIXED-LIGAND COORDINATION COMPOUNDS OF COBALT (II) ION WITH KETOROLAC AND AMIDES

**Abstract.** This article presents the results of a study on the synthesis and analysis of mixed-ligand coordination compounds of cobalt (II) ions with ketorolac and amides. Solution-based methods were selected for the synthesis process, where cobalt (II) salts (e.g., chloride or acetate), ketorolac, and various amides (formamide, acetamide, nicotinamide) reacted in specific molar ratios to form novel coordination compounds. The structure and composition of the complexes were determined using IR, UV-Vis, NMR spectroscopic analyses, as well as elemental analysis and X-ray diffraction (XRD). Thermal analysis was employed to determine the thermal stability of the coordination compounds. During the study, the coordination interaction between the ligands and cobalt (II) ions, their electronic configuration, and biological activity were investigated, leading to relevant conclusions. The antibacterial properties of ketorolac and its metallocomplex compounds were studied in vitro under laboratory conditions using microbial strains from the collection of the Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, including *Bacillus subtilis*-5, *Escherichia coli*-221, *Pseudomonas aeruginosa*-225, *Staphylococcus aureus*-91, and *Candida albicans*-247.

**Keywords:** ketorolac, formamide, acetamide, nicotinamide, coordination compound, synthesis.

**Kirish.** Zamonaviy koordinatsion kimyo va bioanorganik kimyo fanlarining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri – bu biologik faol ligandlar asosida yangi kompleks birikmalarni sintez qilish va ularning xossalarni o'rganishdir. Ayniqsa, kobalt kabi transition metallarning komplekslari keng ko'lamli biologik faollik, shu jumladan antibakterial, antifungal va o'smaga qarshi aktivlik namoyon etishi tufayli alohida qiziqish uyg'otadi [1,2]. Kobalt (II) ionining elektron konfiguratsiyasi va keng ko'lamli koordinatsion soni tufayli turli xillidagi ligandlar bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qilishi mumkin, ularning strukturaviy xususiyatlari va biofaolligi ligandlar tanasiga bog'liq [3].

Ketorolak – bu tizimli ta'sir ko'rsatuvchi nosteroid yallig'lanishga qarshi dori (NSAID) bo'lib, uning farmakologik ta'siri asosan prostaglandinlar sintezini ingibitsiyalash orqali amalga oshiriladi. Biroq, uning yuqori dozalarda og'iz va me'da-shira oshqozon yo'li shilliq qavatiga zarar yetkazish xavfi mavjud [4]. Zamonaviy farmatsevtika kimyosida dori preparatlarining samaradorligini oshirish va yon ta'sirini kamaytirish maqsadida ularning metalli komplekslarini sintez qilish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Ma'lumki, organik ligandlar metall ionlari bilan kompleks hosil qilganda, ularning biologik faolligi sezilarli oshishi mumkin, bu ko'pincha metabolitik barqarorlikning yaxshilanishi va suvda eruvchanlikning oshishi bilan bog'liq [5].

Amid guruhini o'z ichiga oluvchi ligandlar koordinatsion kimyoda keng qo'llaniladi, chunki ular kuchli koordinatsion qobiliyatga ega bo'lib, turli metall ionlari bilan barqaror chelatli komplekslar hosil qiladi [6]. Shu nuqtai nazardan, ketorolak molekulasini (karboksilik kislota guruhiga ega) va turli amid ligandlarini aralastirib, kobalt (II) ioniga nisbatan sinergik ta'sir ko'rsatadigan aralash-ligandli komplekslarni yaratish juda maqsadga muvofiqdir.

Ushbu tadqiqotning maqsadi, kobalt (II) ionining ketorolak va turli amidlar (masalan, formamid, atsetamid, nikotinamid) asosida yangi aralash-ligandli kompleks birikmalarini sintez qilish, ularning tarkibi va strukturasi zamonaviy fizik-kimyoviy

usullar yordamida (IQ, XRD, Atom-absorbtsion spektroskopiya, elementlar tahlili) o'rganishdan iborat. Sintez qilinadigan komplekslarning antioksidant va antibakterial faolligini dastlabki skrining qilish ham tadqiqotning muhim vazifalaridan biridir.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Koordinatsion kimyo so'nggi yillarda tez sur'atlar bilan rivojlanib, tibbiyot, farmatsevtika, biologiya va materialshunoslik kabi sohalarda keng qo'llanilmoqda. Metall ionlari ishtirokidagi kompleks birikmalar ko'plab biofaol moddalar bilan o'zaro ta'sirlashib, ularning kimyoviy va farmakologik xususiyatlarini sezilarli darajada o'zgartirishi mumkinligi haqida ilmiy manbalarda keng ma'lumot berilgan [7,8,9].

Kobalt (II) ionining koordinatsion kimyosi ko'plab tadqiqotlarning diqqat markazida bo'lib, u tetra- va oktaedrik konfiguratsiyalarda turli organik ligandlar bilan barqaror komplekslar hosil qiladi. Kobalt komplekslarining biologik faolligi ularning oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ishtirok etishi, shuningdek, fermentativ reaksiyalarga o'xshash katalitik xususiyatlarga ega bo'lishi bilan izohlanadi [10,11,12]. Ko'plab tadqiqotlarda kobalt komplekslarining antibakterial, zamburug'larga qarshi va o'smaga qarshi ta'siri qayd etilgan [13,14].

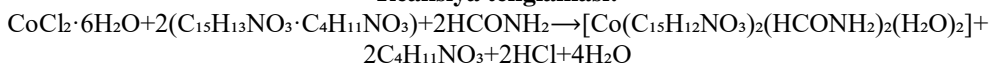
Ketorolak ( $C_{15}H_{13}NO_3$ ) nonsteroid yallig'lanishga qarshi dori (NSAID) bo'lib, u prostaglandinlar biosintezini to'suvchi xususiyatga ega. Ammo ketorolacning eruvchanligi va barqarorligi chegaralanganligi sababli, u turli metall ionlari bilan koordinatsion komplekslar hosil qilinishi orqali farmakologik samaradorligini oshirish imkoniyatlari tadqiq qilinmoqda [15,16]. So'nggi yillarda Zn(II), Cu(II), Mn(II), Co(II) kabi ionlar bilan sintez qilingan ketorolak komplekslari yuqori antibakterial va antioksidant faollik ko'rsatgani haqida ma'lumotlar bor [17,18]. Amidlar (masalan, karboksamidlar, sulfonamidlar) koordinatsion kimyoda muhim ligandlar bo'lib, ular metall ionlari bilan azot yoki kislorod atomi orqali bog'lanadi. Ayniqsa, sulfonamidlar asosida sintez qilingan komplekslar yuqori biologik faollikka ega ekanligi aniqlangan [19,20]. Aralash-ligandli komplekslarda bir nechta turli ligandlarning birgalikda ishtiroki metall markaz atrofida barqarorlikni oshiradi, elektron zichlikni qayta taqsimlaydi va natijada farmakologik ta'sirni kuchaytirishi mumkin [21].

Adabiyotlarda kobalt ionining turli NSAID-lar va amid hosilalari bilan komplekslari o'rganilgan bo'lsa-da, ketorolak va amidlarning aralash-ligandli komplekslari yetarli darajada tadqiq qilinmagan [22]. Mavjud izlanishlarda bunday komplekslarning fizik-kimyoviy xossalari (UV-Vis, IR, PXRD, termik tahlil) va biologik faolligi (antibakterial, antifungal, antioksidant) yuqori ekanligi qayd etilgan [23,24]. Bu esa, yangi komplekslarning sintezi va ularning strukturaviy hamda biologik xossalari tahlil qilish dolzarb ekanligini ko'rsatadi.

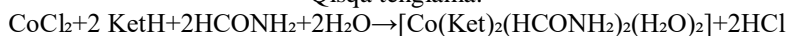
**Tadqiqot metodologiyasi.** Dastlab, sintez uchun zarur bo'lgan moddalar va idishlar yig'ib olinadi. Masalan,  $CoCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $C_{15}H_{13}NO_3$  (ketorolak) va va amidlar (formamid, atsetamid, nikotinamid) etanol, NaOH, distillangan suv va kimyoviy idishlar.  $Co(ket)_2(HCONH_2)_2(H_2O)_2$  tarkibli kompleks birikma sintezi quyidagicha amalga oshirildi. 0.745 g (2.0 mmol) ketorolak trometamin 20 ml issiq metanolga eritiladi va buyretkaga o'tkaziladi. Keyingi bosqichda, 0.238 g (1.0 mmol)  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  10 ml metanol-suv aralashmasida eritiladi. Formamid ( $HCONH_2$ ), 0.090 g (2.0 mmol) eritmasi ham tayyorlab qo'yiladi. Tuz eritmasi sekinlik bilan, doimiy aralastirilgan holda, ketorolac eritmasiga qo'shiladi (15-20 minut davomida). Hosil bo'lgan yashil rangli aralashma ustiga uchinchi komponent formamid eritmasi oz-ozdan tomchilatib qo'shiladi. Reaksiya aralashmasi 50-60°C (qaynatmasdan) haroratda, 2-3 soat davomida magnetli aralastirgichda qizdiriladi. Keyin aralashma xona haroratiga qadar sovutiladi. Bu jarayonda kompleks birikmaning kristallanishi yaxshilanadi. Aralashmaning pH qiymatini pH qog'ozi yoki pH-metr yordamida tekshiriladi. pH ni 6.5-7.0 ga etkazish uchun aralashmaga 2-3 tomchi trietilamin tomiziladi. Bu qadam karboksil kislotaga guruhini

deprotonatsiya qilish va keraksiz protonlangan formamidning oldini olish uchun muhimdir. Hosil bo'lgan och yashil rangli mayda kristalli cho'kma etanol bilan yuvilgan holda, byuxner voronkasi yordamida vakuumda filtrlanadi va quritiladi. Cho'kma sovuq metanol bilan bir necha marta yuviladi hamda koordinatsion birikma tarkibida xlorid ionlarining yo'qligi, 0.1M AgNO<sub>3</sub> eritmasi bilan tekshirilib ko'riladi. Sintezlangan kompleks birikmaning og'irligi o'lchanadi va reaksiya unumi hisoblanadi [25]. Reaksiya unumi  $\eta = 67\%$  ga teng.

**Reaksiya tenglamasi:**



Qisqa tenglama:



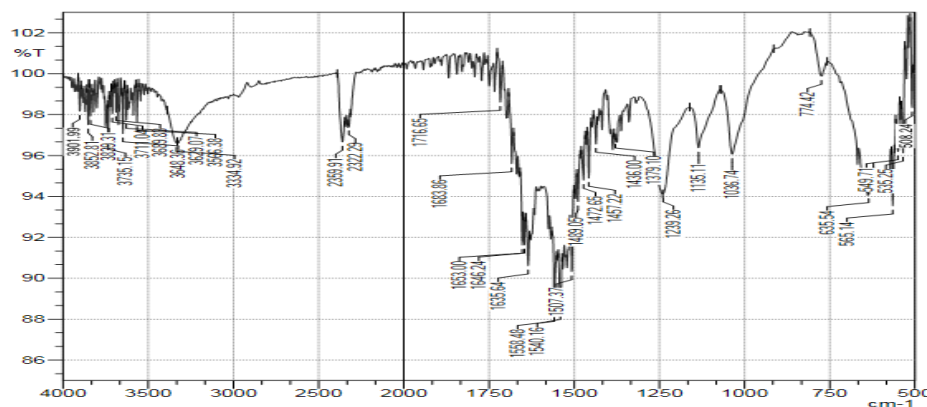
Qolgan aralash ligandli koordinatsion birikmalar ham xuddi yuqoridagi metod asosida sintez qilinagan. Nicotinamide (nia) > Acetamide (acm) > Formamide (fm). Bu qatorda amidlarning faolligi kamayib boradi. Nikotinamid bu qatorda kuchli amid bo'lib, u hosil qilgan kompleks birikma eng barqaror bo'ladi va eng yuqori unumda olingan. Barcha kompleks birikmalar rangli holatda hosil bo'ladi, nikotinamidli kompleks birikma ko'k-binafsha, atsetamidli kompleks birikma jigarrang hamda formamidli kompleks birikma och-yashil rangli cho'kmalar shaklida hosil bo'ladi. Sintezlangan koordinatsion birikmalar tarkibi, element analiz qilindi va quyidagi natijalar olingan [26]. Sintez qilingan kompleks birikmalardagi metall miqdori novAA 300 markali Analitik Jena AG firmasi (Germaniya) atom-absorbtsion spektrofotometri [27], elementlar miqdori EuroEA3000 CHNS-O Analyzer (Eurovector S.p.A., Milano, Italy) element analizatorida qayd qilindi [28].

1-jadval

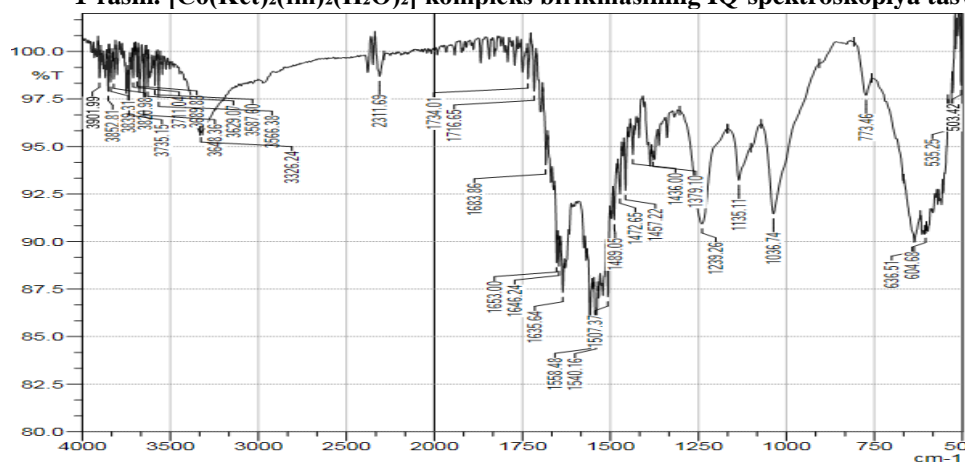
**Kobalt va ketorolak hamda amidli koordinatsion birikmalar element analizi natijalari**

№	Koordinatsion birikma formulasi	Brutto formulasi:	Kimyoviy elementlar	Nazariy %	Amaliy %
1	[Co(Ket) <sub>2</sub> (HCONH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ] yoki [Co(Ket) <sub>2</sub> (fm) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ]	C <sub>32</sub> H <sub>34</sub> N <sub>4</sub> O <sub>10</sub> Co M=693.63 g/mol	C	55,41	55,12
			H	4,95	5,11
			N	8,08	7,89
			O	23,06	-
			Co	8,50	8,32
2	[Co(Ket) <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ] yoki [Co(Ket) <sub>2</sub> (acm) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ]	C <sub>34</sub> H <sub>38</sub> N <sub>4</sub> O <sub>10</sub> Co M=721.69 g/mol	C	56,58	56,20
			H	5,32	5,45
			N	7,77	7,62
			O	22,17	-
			Co	8,17	8,01
3	[Co(Ket) <sub>2</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ] yoki [Co(Ket) <sub>2</sub> (nia) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ]	C <sub>42</sub> H <sub>42</sub> N <sub>6</sub> O <sub>10</sub> Co M=849.83 g/mol	C	59,36	58,95
			H	4,99	5,18
			N	9,89	9,65
			O	18,87	-
			Co	6,93	6,75

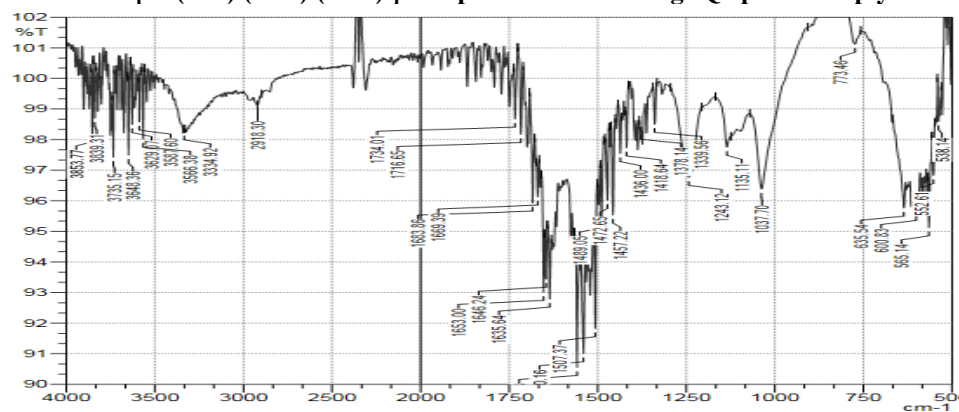
**Natijalar tahlili.** Dastlabki komponentlar bilan kompleks spektridagi farqlar asosida yangi ta'sirlashuv hamda yangi bog'lar haqida xulosa chiqarish imkoni mavjudligi sababli olingan komplekslarning tuzilishini tahlil qilishda IQ-spektroskopiya usuli ma'lumotlaridan foydalaniladi. IQ spektrlar yutilish sohalari "SHIMADZU" firmasining IRAffinity-1S (400-4000 sm<sup>-1</sup>) spektrometrida qayd qilindi [29].



1-rasm.  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{fm})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  kompleks birikmasining IQ-spektroskopiya tasviri



2-rasm.  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{acm})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  kompleks birikmasining IQ-spektroskopiya tasviri



3-rasm.  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{nia})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  kompleks birikmasining IQ-spektroskopiya tasviri

Ketorolak va kobalt(II) xlorid geksagidrat tuzi alohida-alohida, hamda bu ikki modda asosida sintez qilingan kompleks birikmaning IQ (infraqizil) spektrlari tahlil qilindi. Bunga ko'ra ketorolak spektrida 1720 va 1705  $\text{cm}^{-1}$  da joylashgan C=O valent tebranishlariga xos to'liqlar aniqlandi [30]. Bu ketorolak tarkibidagi karboksil guruhiga tegishli. Bundan tashqari, 2729–2749  $\text{cm}^{-1}$  oralig'ida karboksil guruhining O–H tebranishlariga xos to'liqlar kuzatildi. Kobalt(II) xlorid geksagidrat spektrida esa suv molekullari va amin guruhiga xos bo'lgan tebranishlar qayd etildi: 3369 va 3560  $\text{cm}^{-1}$  da suvning O–H tebranishlari, 3311  $\text{cm}^{-1}$  va 3225  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{NH}_2$ ) guruhining assimetrik va simmetrik tebranishlariga xos chastotalar kuzatildi. 535 dan 565  $\text{cm}^{-1}$  gacha bo'lgan oraliqda esa Co–O bog'lariga tegishli past chastotali tebranishlar mavjud. Keyin ketorolak va rux(II)nitrat tuzi asosida sintez qilingan kompleksning IQ tahtiliga ko'ra, ketorolakning C=O tebranish to'liqini 1732 dan 1739  $\text{cm}^{-1}$  ga, 1693 dan 1683  $\text{cm}^{-1}$  ga siljigan. Bu C=O guruhi kobalt ioni bilan bog'langanini ko'rsatadi. Shuningdek, O–H tebranishlariga xos bo'lgan yuqori to'liqlar spektrda yo'qolgan, bu karboksil guruh protonini yo'qotib, (II)

ioni bilan kompleks hosil qilganidan dalolat beradi. Bundan tashqari, 530 dan 570  $\text{cm}^{-1}$  oralig'ida yangi tebranishlar aniqlangan, ular Co–O bog'lari hosil bo'lganini tasdiqlaydi. Yuqoridagi IQ spektr tahlillari asosida ketorolak va kobalt(II)nitrat geksagidrat o'rtasida kompleks birikma hosil bo'lgani aniqlandi. Ketorolak molekulasida o'zidagi karboksil guruhi orqali Co(II) ioni bilan bog'langan. C=O tebranishlarining siljishi, O–H tebranishlarining yo'qolishi va yangi Co–O bog'lariga xos tebranishlarning paydo bo'lishi bunga asosiy dalildir.

**Xulosa va takliflar.** Ketorolak trometamin, mos kobalt (II) tuzi va turli amidlardan foydalangan holda suv-metanol muhitida, aralash-ligandli kompleks birikmalar  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{fm})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{acm})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  va  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{nia})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  muvaffaqiyatli sintez qilindi. Bu jarayonda, barcha reaksiyalar eritmaning muhiti pH=6,5-7 holatda, 50°C haroratda, 2-3 soat davomida olib borilgan. IQ spektrlarida kuzatilgan siljishlar ketorolakning karboksilat guruhi orqali bidentat, amidlarning esa mos ravishda kislorod (fm, acm) yoki azot (nia) atomi orqali monodentat ligand sifatida kobalt (II) ioniga koordinatsiyalanganligini isbotladi. Sintezlangan, barcha koordinatsion birikmalar izostrukturali bo'lib,  $[\text{Co}(\text{Ket})_2(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$  umumiy formulaga ega. Kompleks birikmalar tarkibidagi markaziy atom, kobaltning koordinatsion soni 6 ga teng bo'lib,  $\text{sp}^3\text{d}^2$  holatda gibridlangan.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abdel-Rahman L.H., et al. (2013). *European Journal of Medicinal Chemistry*, 64, 594–600.
2. Sadeek S.A., et al. (2019). *Journal of Molecular Structure*, 1175, 101-110.
3. Raman N., et al. (2012). *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 92, 175–183.
4. Gunturu S.K., et al. (2013). *Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, 4(3), 230–231.
5. Jozsef S., et al. (2020). *Coordination Chemistry Reviews*, 420, 213-230.
6. Geary W.J. (1971). *Coordination Chemistry Reviews*, 7(1), 81–122.
7. Cotton, F. A., Wilkinson, G. *Advanced Inorganic Chemistry*. 6th ed. Wiley, New York, 1999.
8. Huheey, J. E., Keiter, E. A., Keiter, R. L. *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity*. 4th ed. Harper Collins, New York, 1993.
9. Basolo, F., Pearson, R. G. *Mechanisms of Inorganic Reactions*. Wiley, New York, 1988.
10. Kostova, I. "Coordination chemistry of bioactive ligands." *Current Medicinal Chemistry* 13.9 (2006): 1085–1107.
11. Kovala-Demertzi, D. "Biological activities of transition metal complexes of NSAIDs." *Journal of Inorganic Biochemistry* 99 (2005): 477–487.
12. Chohan, Z. H., Scozzafava, A., Supuran, C. T. "Metallo–drug design: Antibacterial, antifungal and antitumor activities of sulfonamides incorporating transition metals." *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* 20.6 (2005): 619–626.
13. Turel, I. "The interactions of metal ions with anti-inflammatory drugs." *Coordination Chemistry Reviews* 232 (2002): 27–47.
14. Özdemir, S., et al. "Synthesis, characterization and antimicrobial activities of metal complexes with non-steroidal anti-inflammatory drugs." *Journal of Coordination Chemistry* 67.5 (2014): 825–837.
15. Yildirim, I., et al. "Transition metal complexes of ketorolac: synthesis, spectral characterization and biological evaluation." *Bioinorganic Chemistry and Applications* 2017 (2017): 1–10.
16. Singh, N. K., Singh, S. B. "Mixed-ligand complexes of transition metals with sulfonamides and NSAIDs: Synthesis and biological activity." *Indian Journal of Chemistry Section A* 42A (2003): 1554–1560.
17. Kumar, K., et al. "Synthesis, spectral and antimicrobial studies of transition metal complexes with sulfonamides." *European Journal of Medicinal Chemistry* 45.11 (2010): 5120–5125.
18. Sharma, R., et al. "Synthesis, characterization and biological activity of cobalt(II) complexes with heterocyclic ligands." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 79.5 (2011): 1226–1232.
19. Patel, R. N., et al. "Spectral, magnetic and biological studies of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes with heterocyclic and sulfonamide ligands." *Transition Metal Chemistry* 35 (2010): 871–876.
20. Ghosh, S., et al. "DNA-binding and antimicrobial studies of cobalt(II) complexes of Schiff bases derived from sulfonamides." *Polyhedron* 29 (2010): 2223–2230.

21. Thangavel, R., et al. "Mixed ligand complexes of transition metals with NSAIDs and nitrogen donor ligands: Synthesis, characterization and biological studies." *Journal of Molecular Structure* 1012 (2012): 49–56.
22. Singh, V. P., Singh, P., Tiwari, K. "Synthesis, characterization and antimicrobial activities of mixed-ligand transition metal complexes with sulfonamides and carboxylic acids." *Journal of Coordination Chemistry* 64.7 (2011): 1230–1240.
23. Abdel-Rahman, L. H., et al. "Metal complexes of NSAIDs: Synthesis, characterization and biological applications." *Journal of Molecular Liquids* 218 (2016): 465–478.
24. Mohamed, G. G., Omar, M. M., Hindy, A. M. "Metal complexes of sulfonamides: Synthesis, characterization and biological activity." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 62 (2005): 1140–1150.
25. Al-Amiery, A. A., Al-Majedy, Y. K., & Al-Najar, H. A. (2011). Synthesis, characterization and antibacterial activities of novel ketorolac metal complexes. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 56(2), 639-641.
26. Fadeeva V. P., Tikhova V. D., and Nikulicheva O. N. Elemental Analysis of Organic Compounds with the Use of Automated CHNS Analyzers // *Journal of Analytical Chemistry*, 2008, - V.63(11), -P.1094–1106.
27. Charlot G. Methods of analytical chemistry. Quantitative analysis of inorganic compounds. -M.: Publishing house "Chemistry". 1965. -P. 975.
28. Bazhenova L.N. Quantitative elemental analysis of organic compounds. - Yekaterinburg: 2008. - P. 356.
29. Nakamoto K. IR and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. - Moscow: Mir, 1991.- P. 536.
30. Ефимова А.И., Головань Л.А., Кашкаров П.К., Сенявин В.М., Тимошенко В.Ю. Инфракрасная спектроскопия систем пониженной размерности: Учебное пособие. — Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2016. — 246 с.

## GIL KUKUNLARINING SORBSION XOSSASIGA SIRT FAOLLIK DARAJASINI TA'SIRI

**Raxmonova Xolida**

Navoiy davlat universiteti doktoranti

[sshav85@bk.ru](mailto:sshav85@bk.ru)

ORCID 0009-0008-8053-8842

UDK 544.723.21:665.1.

**Annotatsiya.** Hozirgi kunda sorbsion xususiyatining samarasi, asosan kaolinli gillarning markalari aniqlash va ular ustida ko'plab tadqiqotlar o'tkazish natijasida aniqlangan va topilgan tahlillariga bog'liq. Shuningdek, paligorskitli gil konlaridagi qatlamlardan namunalar olib faollantirish orqali olingan tayyor sorbentlar bilan eksperimentlar olib borildi. Gillarning element miqdoriy tarkibi sorbsion xossaga bog'liqligi tahlil qilindi. Sorbentlik xossasi eng samaralisi sorbsion izotermiya tahlil natijasida aniqlandi. Tabiiy va faollantirilgan gillarni xossalari hamda sorbsion xususiyatlari sorbentning pH bog'liqligi o'rganildi. Shu bilan bir qatorda, fizik-kimyoviy usullar bilan ham tahlil qilindi.

Sorbentning sirt yuzasi bilan birga g'ovaklarining kengligi diyometri, chuqurlilik o'lchami ham oshgaligini umumiy aniqlash uchun adsorbzionizotermik analiz usulida to'liqroq tahlil qilinib o'rganildi. Sorbentlar olishning eng samarador metod misolida termokimyoviy usulida olib borilgan jarayonni belgilash aniqlab olindi. Shu bilan bir qatorda, gil kukunlarning turlariga qarab ham sorbsion xossalari bir-biridan farq qilishi aniqlandi. Sorbsion xossasiga ta'sirlarning eng asosiylaridan biri esa gil kukunlarni pH muhitini standart bo'lishi uchun yuvish jarayoni ham yuqori samaraga ega bo'lishi o'rganildi.

**Kalit so'zlar.** Paligorskitli gil, mineral kislotalar, pH ko'rsatkichi, sorbsion, sorbsion-izotermiya, rang, paligorskit markalari, rangsizlanish, oqartirish, tozalash, tiniqlashtirish.

**Abstract.** Currently, the effectiveness of sorption properties mainly depends on the analyses identified and detected as a result of determining the grades of kaolin clays and conducting numerous studies on them. Experiments were also conducted with ready-made sorbents obtained by activating samples from palygorskite clay layers. The dependence of the elemental composition of clays on their sorption properties was analyzed. The most effective sorption property was found as a result of sorption isothermal analysis. The properties and sorption

properties of natural and activated clays depending on the pH of the sorbent were studied. In addition, analysis was carried out by physicochemical methods.

To comprehensively determine the increase in the width, diameter, and depth of the pores along with the surface area of the sorbent, a more thorough analysis was conducted using the adsorption-isothermal analysis method. The thermochemical method was identified as the most effective process for obtaining sorbents. Additionally, it was found that the sorption properties of clay powders differ from one another depending on their type. One of the main factors influencing the sorption properties was determined to be the washing process, which proved highly effective in maintaining a standard pH environment for the clay powders.

**Keywords.** Palygorskite clay, mineral acids, pH indicator, sorption, sorption-isothermal, coloring, palygorskite grades, colorlessing, bleaching, purification, clarification.

**Kirish.** Bugungi kunda gil kukunlarining qo‘llash sohalari tarmoqlari juda ham kengayib bormoqda. Ayniqsa, gil kukunlaridan to‘ldiruvchilar va sorbentlar olish uchun qo‘llanilmoqda. Gil kukunlarning tarkibiy strukturaviy tuzilishi va elementlarning miqdoriy tahlili sorbsion xossasini oshirishga asosiy ta‘sir qiladigan omil hisoblanadi.

Tabiiy bentonitlardan olingan adsorbentlar xalq xo‘jaligining turli sohalari keng foydalanish uchun ko‘plab qayta ishlash va modifikatsiyalash bilan eksperimentlar amalga oshiriladi. Olib boriladigan eksperimentlar natijasida kutilmagan yangi afzalliklarga ega bo‘lgan sorbentlar olinadi.

O‘simlik moylarini tiniqlashtirish ushbu mahsulotni sanoat ishlab chiqarishida zarur jarayonlardan biridir. Aniqrog‘i, bunday jarayon adsorbsion rafinatsiya deb ataladi, bu uning asosiy vazifasi – rang beruvchi moddalarni tozalashdan tashqari, yog‘dan oqsil va shilimshiq moddalarni, ishqoriy tozalash qoldiqlarini olib tashlashga olib keladi. Yog‘ni adsorbsion qayta ishlash nomining o‘zi shuni ko‘rsatadiki, bu jarayon sorbentlar – moyni ishlatishga to‘liq tayyor bo‘lish jarayonida kiruvchi aralashmalarni absorbsiya qila oladigan moddalar yordamida amalga oshiriladi. Yog‘ adsorbentlar bilan ishlov berilgandan so‘ng, u yorqinroq rangga ega bo‘ladi va ma‘lum sharoitlarda deyarli rangsiz bo‘lishi mumkin. O‘simlik moylarini rafinatsiya qilishda, shu jumladan moylarni tiniqlashtirishda ishlatiladigan sorbentlar quyidagi talablarga javob beradi:

1. Sorbent, iloji boricha, turli xil aralashmalarni o‘zlashtira olishi kerak. Biroq, sorbentlarning selektiv ekanligini hisobga olsak, vazifa ularni aralashmalar turiga qarab tanlashdir. Bizning holatda, moylarni tozalash uchun sorbentlar sifatida floredinlar kabi tuproqlardan, shuningdek faollashtirilgan ko‘mirdan foydalanish keng qo‘llaniladi.

2. Sorbentlar yuqori faollikka ega bo‘lishi kerak, ya‘ni kerakli tozalash darajasiga erishish uchun yog‘ hajmi birligiga sarflanadigan sorbent miqdori qancha kam bo‘lsa, uning faollik darajasi shunchalik yuqori bo‘ladi. Bu ko‘rsatkich muhim ahamiyatga ega, chunki sorbent yog‘ning bir qismini o‘zlashtiradi, bu oxir-oqibatda rafinatsiya jarayonida yo‘qotishlar bilan bog‘liq.

3. Yog‘ yo‘qotilishini imkon qadar kamaytirish uchun sorbentlar yog‘ning past singishiga ega bo‘lishi kerak. Bu ko‘rsatkich sorbentning og‘irligiga nisbatan foiz sifatida ifodalanadi.

4. Sorbent turli xil kimyoviy o‘zgarishlar – polimerlanish, parchalanish, oksidlanishni istisno qilish uchun zarur bo‘lgan kimyoviy jarayonlar uchun befarqlikka ega bo‘lishi kerak.

5. Sorbent moylardagi begona hidlarni hosil qilmasligi kerak.

6. Sorbent moydan osongina ajralishi kerak. Uning optimal parchalanishini aniqlash orqali qanaqa natijaga erishiladi?– bunda adsorbentning faolligi yetarli darajada namoyon bo‘ladi va shu bilan birga u yog‘dan cho‘ktirish yoki filtrlash orqali oson ajratiladi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Palygorskite gil qatlamlaridan olingan namunalarni sorbsion xossasini oshirish jarayonlari paytida turli xildagi sorbsion xossali natijalarga erishildi. Faollashtirish jarayonining amalga oshirishni birinchi bosqichida, ya‘ni gil kukunlarini kislotali eritma bilan aralashtirishdan sorbsion xossa oshib borishi kuzatildi.

Hosil bo'lgan suspenziyali pulpani saqlash vaqtiga ham bog'liq xolda sorbsion xossalari ortishi ham aniqlandi. Keyingi bosqichlarida ham ayrim namunalarning sorbsion xossasi pasayadi.

Paligorskitni sorbsion xossasi boshqa gil kukunlarga nisbatan yuqoriligi va sifatli ekanligi bilan farqlanadi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida faollangan gil kukunlarni sirt faolligini qutblilik darajalariga bog'liq ekanligini keltirish mumkin.

Turli xil mahsulotlarni tozalash uchun asosan sorbsion xususiyatli paligorskitli gil kukunlari ishlatiladi. Sorbsion xususiyatli barcha gil kukunlarining barchasining tarkibi bilan tuzilishi bir xil bo'lmaydi.

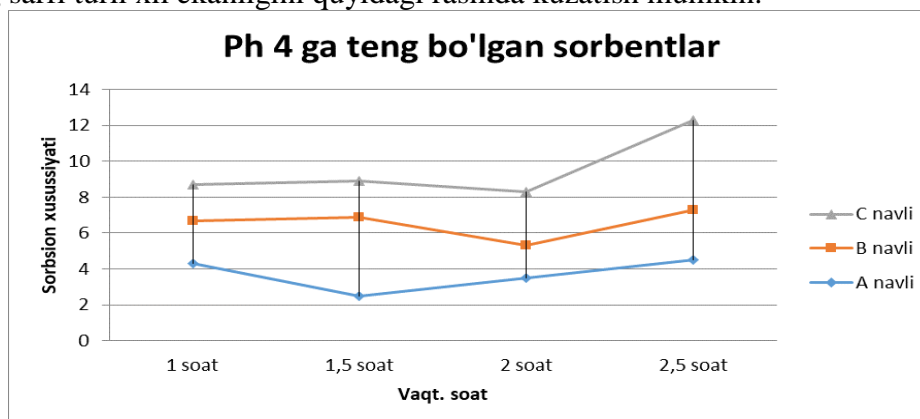
Tajribalar o'tkazilganda gillardagi organik moddalarning miqdoriy nisbati noorganik moddalardan ko'p bo'lganlarini faollashda kislotaning sarfi, gil kukunning tarkibidagi moddalarning nisbatiga proporsional bog'liq ekanligi kuzatildi. Sorbentlarga qo'yilgan standart talab bo'yicha pH ko'rsatkichi 3,5 dan 5 gacha bo'lishi ekanligi adabiyotlarda keltirilgan. Eksperimentlar olib borishda aniqlandiki, Ca metali va ishqoriy, ishqoqiy yer metallar miqdoriy o'rnini organik moddalar va Si, Al elementlari tashkil qilgan bo'lsa faollangan gil kukunlarni pH ko'rsatkichi 3,5 dan 4,2 oralig'ida bo'ladi. Ushbu tayyor sorbentlarning sorbsion xossasi pH ko'rsatkichi kamaygan sari teskari proporsional xolda oshib boradi.

Navoiy viloyatining Navbahor konidan olingan bentonit gil (montmorillonit), paligorskit va gidroslyuda nisbati 7,8:2:0,2 bentonit gilini 3 mm dan 5 mm gacha kattalikda maydalandi, so'ngra Q:S=1:4 nisbatdagi suspenziya tayyorlandi, bir vaqtning o'zida qattiq qo'shimchalar yo'qotildi. Faollantirishga olingan quruq gilning og'irligi bo'yicha 35% gacha miqdorida sulfat kislota kiritildi, bunda suspenziyadagi kislota konsentratsiyasi 8% gacha bo'lishi, olingan aralashma 245°C gacha qizdiriladi va faollantiruvchida 2,5 soat davomida, 2 atm bosimda, doimiy aralastirilib faollantirish kimyoviy ta'sirlarga bardoshli idishda olib borildi.

Faollashtirish tugagandan so'ng gil;yog'och qipig'i 1:0,02 aralastirildi va reaksiyon massa filtrlashning birinchi bosqichiga yuborildi, cho'kma pH=0,1 gacha yuvildi va namlik 2% ga yetguncha havoli pechda quritildi, so'ngra hosil bo'lgan massa pH=3,6 gacha Q:S=1:7 nisbatda 2 marta yuvildi. Olingan suspenziya filtrlashning ikkinchi bosqichiga yuborildi, shundan so'ng hosil bo'lgan cho'kma namlik miqdori 10 % gacha quritish uchun yuborildi va quritilgan sorbent kukun holatigacha maydalanadi. Maydalanish darajasi sorbentning kamida 96% 0044K (fraksiya 44 mkm) elakdan o'tishini ta'minlashi kerak.

Sorbsion faollik 100 ml yog'ga 1 gr sorbent qo'llanilganda 55% oqartirdi, suvni esa sorbsion hajmi HZ(Hidi va zararli moddalar % da)/Ni/Mn (mg/g) 89/25/2,7 gacha tozaladi.

Tadqiqotlar olib borish natijasida gil kukunlarini faollash uchun kislota miqdorining sarfi turli xil ekanligini quyidagi rasmda kuzatish mumkin.

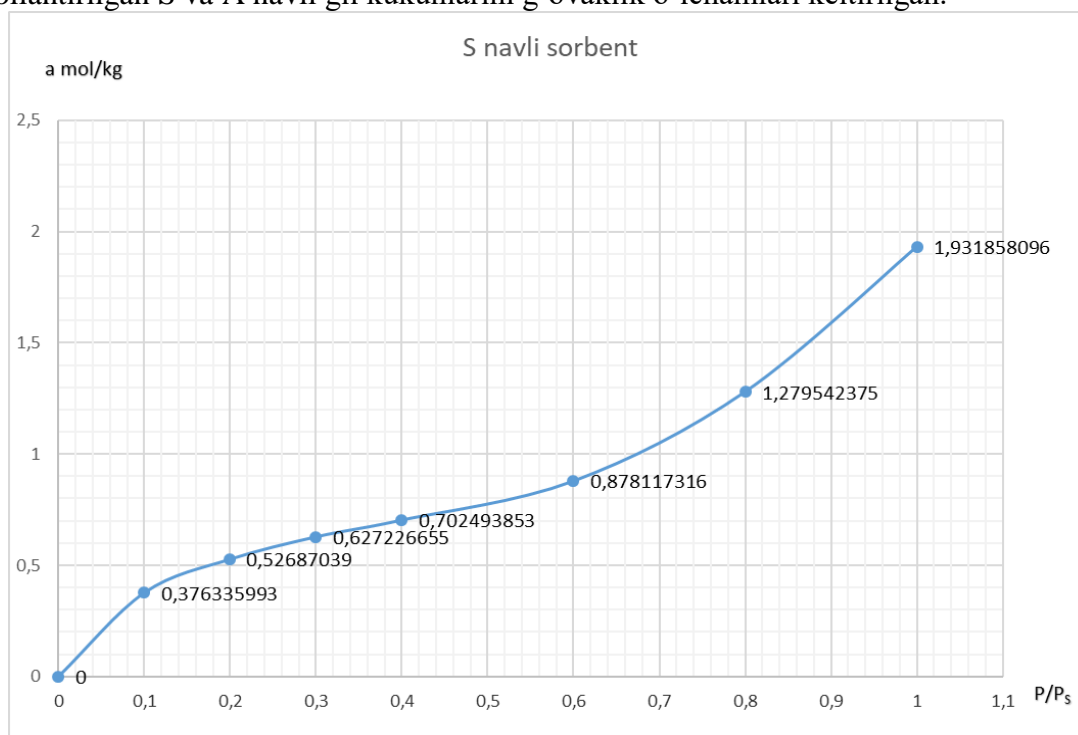


1-rasm. Turli xil sorbentlarning sorbsion xossasini pH muhitiga bog'liqligi.

1-rasmda gil tuproqlarining tarkibidagi tashkil qilgan elementlari va strukturaviy tuzilishiga bog'liq xolda kislota miqdori sorbsion xossasini oshirish sarfi turli xil ekanligini, shuningdek, Paligorskitli gilning A navlisi eng samarali sorbsion xossani namoyon qilishini ko'rish mumkin.

Gil tuproqlarini faollash jarayonining vaqti, kislota sarfi, sirt g'ovaklarining o'lchami sorbsion xususiyatining samaradorlik darajasini oshirishga, xususan selektivligiga bog'liq bo'ladi. Ushbu bog'liqlik sorbentga qo'yiladigan asosiy talablari va ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi.

**Natijalar va muhokama.** Sorbentlarning sorbsion xossasi, sirt faolligi doimo ham g'ovaklik o'lchamiga bog'liq emasligi eksperimentlar olib borish natijasida aniqlandi. Sorbentlarning samaradorlik xususiyati faollantiruvchi moddalar va g'ovaklikdagi faollikka bog'liq ekanligi ham tahlillar natijasida o'rganildi. Quyidagi 2- rasmda faollantirilgan S va A navli gil kukunlarini g'ovaklik o'lchamlari keltirilgan.

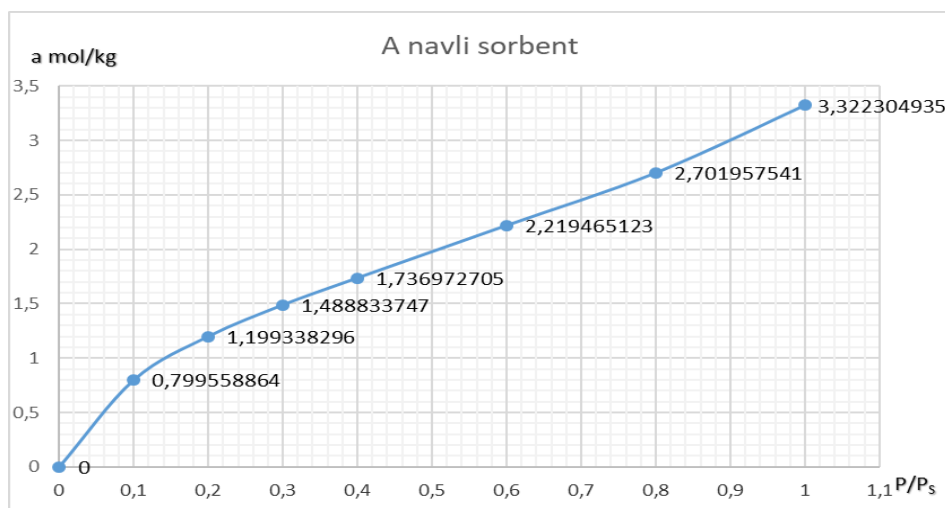


am(monoqavat sig'imi)	S solishtirma yuza	Mikrog'ovak W0	To'yinish hajmi Vs	Mezag'ovak Wme	G'ovak radiusi
0,422 mol/kg	101,72 m <sup>2</sup> /g	0,1006496	0,1712455	0,07	33,7A 3,37 nm

Faollantirilgan S navli gil kukunlarning oqartirish xususiyati A navli gil kukunlarga nisbatan pastligini jadvallardagi solishtirma yuzadagi raqamlardan kuzatish mumkin. Solishtirma yuza kattaroq bo'lsa tozalash xossasi yuqori, ya'ni klatratlar va katenanlar holida zararli moddalarni ushlab qolishi bilan tushuntiriladi.

Sorbentlarning g'ovaklik o'lchamlari bir xil bo'lishi mumkin, ammo sirt faolligi turlicha xossani namoyon qiladi. Bu esa gil kukunlarning tarkibidagi elementlarga bog'liq ekanligi bilan tushuntiriladi. Agar gil kukunlarda Si, Al elementlar miqdori ko'proq qismini tashkil qilsa, aniqlandi-ki sirt faolligi yuqoriroq bo'ladi.

Faollantirishdan oldin gil kukunlarining o'lchamlari tozalash unumdorligiga ta'sirini o'rganish zarur. Ushbu o'lchamlar faollash jarayonlariga, sorbsion jarayonlariga, mahsulot turiga hamda ifloslantiruvchi zarrachalar soniga bog'liq tomonlari bilan tushuntiriladi.



$a_m$ (monoqavat sig'imi)	S solishtirma yuza	Mikrog'ovak $W_0$	To'yinish hajmi $V_s$	Mezag'ovak $W_{me}$	G'ovak radiusi
1,012 mol/kg	243,66 m <sup>2</sup> /g	0,2215705	0,29445	0,07	24,2A 2,42

**Xulosa va takliflar.** Shunday qilib, sorbsion xususiyatining samarasi, asosan paligorskitli gillarining markalari aniqlash va ular ustida ko'plab tadqiqotlar o'tkazish natijasida aniqlangan va topilgan tahlillariga bog'liqligi aniqlandi. Paligorskitli gil konlaridagi qatlamlardan namunalar olib faollantirish orqali olingan tayyor sorbentlar bilan eksperimentlar olib borildi. Gillarning kimyoviy element miqdoriy tarkibi sorbsion xossaga bog'liqligi o'rganildi. Sorbentlik xossasi eng samaralisi sorbsion izotermya tahlil natijasida aniqlandi. Tabiiy va faollantirilgan gillarni xossalari hamda sorbsion xususiyatlari sorbentning pH bog'liqligi aniqlandi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sultonov Sh., X.Xolov Sorbsion xususiyatini oshirish uchun gil kukunlarini faollashga tayyorlash. O'zbekiston milliy universiteti xabarлари, 2023, [3/2] issn 2181-7324.
2. B.Sobirov, Sh.Sultonov, Tilavova Lola, X.Xolov, Raxmanova Xolida. Effect of Temperature on Sorbent Properties in the Process of oil Cleaning (Bleaching). International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECS)ISSN: 1308-5581 Vol 14, Issue 04 2022
3. B.Sobirov, Sh.Sultonov, X.Xolov Exploitation Effects On Physical And Chemical Processing And Cleaning Of Motor Oils Used In Cars. Solid State Technology Volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020.
4. SH. Sultonov, X. Xolov. Chiqindi avtomobil motor moylarini fizik-kimyoviy tozalashda yekspluatatsion ta'sir. Ilm fan va texnikaning rivojlanishida Innovatsion yondoshuvlar O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirlik miqyosidagi ilmiy –amaliy onlayn –konferensiya Materiallari Navoiy 2020.
5. B.Sobirov, Sh. Sultonov, X. Xolov. Metodika povisheniya adsorbtsionix svoystv pochvi paligorskitnoy glini Universum: texnicheskiye nauki Vipusk: 2(83) Fevral 2021 Chast 3 Moskva 2021
6. SH. Sultonov, X. Xolov, D. Sayimova. Paligorskitni-adsorbtsion xossasiga kislot konsratsiyasi va faollashtirish metodikasining ta'siri "Kimyo-texnologiya fanlarining dolzarb muammolari" mavzusidagi Xalqaro olimlar ishtirokidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani 2021 yil 10-11 mart
7. SH. Sultonov, X. Xolov, G. Zayniddinova. Paligorskitni-adsorbtsion xossasiga kislot bilan faollashtirish jarayoni orqali ta'siri. "Tabiiy fanlarning dolzarb masalalari" mavzusida II –xalqoro ilmiy nazariy konferensiyasi. Nukus, 2021 yill 14-15 may.
8. M.A.Usman, V.I.Ekwueme, T.O.Alaje, and A.O.Mohammed Characterization, Acid Activation, and Bleaching Performance of Ibeshe Clay, Lagos, Nigeria. International Scholarly Research Network. ISRN Ceramics. Volume 2012, Article ID 658508, 5pages. doi:10.5402/2012/658508.
9. Sh. Sultonov, X. Xolov, D. Sayimova. Influence of acid concentration and activation method on paligorskitniadsorption properties Republican scientific-practical conference with the participation of international scientists on "Actual problems of chemical-technological sciences" March 10-11, 2021
10. Sultonov Sh. A., Kholov Kh. Influence of acid environment changes on sorption properties during clay powder processing \ Austrian Journal of Technical and Natural Sciences № 7–8. 2023. July, August. P. 14–17.

11. Chen, T.H. (2003) Nanometer scale mineralogy and geochemistry of palygorskite clays in the border of Jiangsu and Anhui provinces. PhD dissertation, pp. 103-105. Hefei University of Technology, China. [Google Scholar](#)

---

**SUT ZARDOBI HARORATINING QURUQ MODDA HAZMLANISHI VA MAHSULDORLIK KO'RSATGICHLARIGA TA'SIRI.****Kuziyev Mirzohid Sa'dullayevich**PhD, dots, Samarqand Davlat universiteti Biokimyo instituti  
Odam va hayvonlar fiziologiyasi va biokimyosi kafedrası mudiri  
[mkuziev.4326@gmail.com](mailto:mkuziev.4326@gmail.com)**Ergashev Dilshod Umurzoq o'g'li**tayanch doktorant  
Samarqand Davlat universiteti Biokimyo instituti  
[D4090393@gmail.com](mailto:D4090393@gmail.com)

ORCID 0009-0007-8813-9929

UDK 636,5; 636,52/.58;636.59; 57.03

**Annotatsiya.** Ushbu ilmiy maqolada Ross-308 broyler tovuqlari va Bely gigant broyler bedanalarining ozuqa ratsioniga turli haroratda termik ishlov berilgan sut zardobining qo'shilishi orqali quruq modda hazmlanishi va mahsuldorlik ko'rsatkichlariga ko'rsatgan ta'siri o'rganildi. Tadqiqotda 13% va 15 % miqdorlardagi sut zardobi 10–15°C, 18–22°C, 28–31°C va 37–42°C haroratlarda isitilib, “Start” (1–14 kun), “O'sish” (15–28 kun) va “Finish” (29–42 kun) bosqichlarida ratsionga qo'shilib berildi. Har bir bosqichda parrandalarning ozuqa iste'moli, tana massasi ortishi, yemdan foydalanish koeffitsienti va quruq modda hazmlanishi baholandi.

Olingan natijalari harorat ortishi bilan hazmlanish ko'rsatkichlari oshganini ko'rsatdi. Ayniqsa, 37–42°C da qayta ishlangan zardob ozuqaning eng yaxshi hazm bo'lishiga, parrandalarning tez o'sishiga va maksimal mahsuldorlikka erishishga xizmat qilgan. Tajriba guruhlarida quruq moddaning hazmlanishi, ozuqa o'zlashtirish darajasi hamda tana og'irligi nazorat guruhlariga nisbatan ancha yuqori bo'ldi. Tadqiqotdan xulosa qilinadiki, optimal haroratda termik ishlov berilgan sut zardobi arzon, biologik faol va ekologik xavfsiz ozuqaviy qo'shimcha sifatida parrandalar ratsioniga samarali tarzda qo'shilishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** ozuqa ratsioni, suzma, pishloq, sut zardobi, ozuqaviy qo'shimcha, harorat, ozuqa iste'moli, kunlik o'sish.

**EFFECT OF WHEY TEMPERATURE ON DRY MATTER DIGESTION AND PRODUCTIVITY INDICATORS.**

**Abstract.** This scientific article investigated the effect of adding whey thermally treated at different temperatures to the diet of Ross-308 broiler chickens and Bely giant broiler quails on dry matter digestibility and productivity. In the study, whey in amounts of 13% and 15% was heated at temperatures of 10–15°C, 18–22°C, 28–31°C and 37–42°C and added to the diet at the “Start” (1–14 days), “Growth” (15–28 days) and “Finish” (29–42 days) stages. At each stage, feed intake, body weight gain, feed conversion ratio and dry matter digestibility of the birds were evaluated. The results showed that digestibility increased with increasing temperature. In particular, whey processed at 37–42°C contributed to the best feed digestibility, rapid growth of birds and maximum productivity. Dry matter digestibility, feed conversion ratio and body weight in the experimental groups were significantly higher than in the control groups. The study concludes that whey thermally processed at the optimal temperature can be effectively added to the poultry diet as an inexpensive, biologically active and environmentally safe nutritional supplement.

**Keywords:** feed ration, whey, cheese, whey, nutritional supplement, temperature, feed consumption, daily growth.

**Kirish.** Ozuqaviy qo'shimchalar parrandachilikda parrandalarning sog'lom o'sishi, yuqori mahsuldorligi va yaxshi immuniteti uchun muhim rol o'ynaydi.. Shu bois, ozuqa tarkibini boyitish va arzon hamda samarali tabiiy ozuqaviy qo'shimchalarini izlab topish, ularni amaliyotda qo'llash bo'yicha chora tadbirlarni ishlab chiqish bugungi kunda mamlakatimizda ozuqa bazasini mustahkamlab, to'yimli ozuqalar importini oldini olishga erishish yo'lidagi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [3, 11].

So'ngi paytlarda har tomonlama qulay ozuqaviy qo'shimchalarni izlab topish va ularni ilmiy asoslashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bunday ozuqaviy qo'shimchalardan biri sifatida sut zardobi hisoblanadi [4]. Sut zardobi – bu sutni qayta ishlash korxonalarida

sutdan turli mahsulotlar pishloq, suzma, yogurt kabi mahsulotlar tayyorlash jarayonida ajralib chiqadigan va deyarli smarali foydalanilmaydigan, o'ziga xos ozuqaviylik qiymatga egaligi va ozuqalarning ozuqaviylik xususiyatlarini oshirishdagi imkoniyatlari baholanib unga ko'ra sut zardobining tarkibida o'rtacha quruq modda 6,0-6,9%, protein - 0,5-0,9%, sut shakari – 4,2-4,6%, yog' - 0,4-0,6%, AEM – 4,3-5,2%, kul - 0,7-0,8% ni tashkil etadi, shuningdek, mineral tuzlar, vitaminlar (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, PP, A, E) fermentlar va organik kislotalar mavjud, shu bilan birgalikda sut zardobining ozuqa birligi 0,13 suli ozuqa birligini tashkil etadi va ushbu tarkibiy qismlari asosida sut zardobi ozuqalarning to'yimlilikini oshiradi, ozuqaviylik qiymatlarini ham yaxshilab, hazm jarayonlariga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi [1, 4, 6, 9].

Sut zardobining yuqorida keltirilgan ozuqaviylik ko'rsatgichlaridan hamda hayvonlar hazm jarayonlariga stimullovchi ta'sir ko'rsatishi, shu bilan birgalikda o'zining yuqori biologik qiymati hamda kimyoviy tarkibining boyligidan kelib chiqib so'ngi paytlarda hayvonlarni oziqlantirishning samaradorligini oshirish maqsadida hayvonlarni oziqlantirish amaliyotida ozuqalarning ozuqaviylik samaradorligini oshirish maqsadida sut zardobini ozuqalarga ozuqaviy qo'shimcha sifatida qo'shishning o'ziga xos tartibini va uning ilmiy asoslarini ishlab chiqishga keng miqoyisida e'tibor qaratilmoqda [7, 8, 10].

Ozuqalarning ozuqaviylikni oshirishda ozuqalarga ishlov berishning kumyoviy, mexanik, termik, biologik kabi usullardan keng foydalaniladi. Ozuqalarning ozuqaviylikni oshirishda termik usul keng qo'llaniladi va shu bilan birgalikda ozuqaviy qo'shimchalarni qo'llashda ham yuqori harorat omillaridan keng foydalaniladi. Harorat - bu nafaqat fizik omil, balki hayvon organizmida oziqni qabul qilish, hazm qilish va o'zlashtirish jarayonlariga bevosita ta'sir qiluvchi muhim omildir. Shuning uchun parrandachilik sohasida ozuqalarning ozuqaviylikni oshirishda qo'shimcha sifatida qo'llaniladigan ozuqaviy qo'shimchalardan foydalanishda qo'shimchalarning optimal haroratini belgilash muhim ahamiyatga ega [2, 5]. Ayniqsa yosh hayvonlarda (masalan, buzoqlarda) iliq suyuqliklar sovuq suyuqliklarga nisbatan yaxshiroq qabul qilinadi. Sut zardobining harorati, uning hayvon tomonidan iste'mol qilinishi, ichki tizimlarga o'zlashtirilishi, hamda umumiy sog'lom o'sish ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, optimal harorat nafaqat ozuqaning qabul qilinishiga, balki oshqozon ichak tizimidagi mikroflora muvozanatiga ham ta'sir qilib energiya sarfini kamaytirib, ozuqani smarali hazm qilishga yordam beradi, sovuq esa, aksincha, tananing energiyasini isitishga yo'naltirib, umumiy o'sish va rivojlanish jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. [4, 5, 6].

Yuqorida keltirilganlardan kelib chiqib parrandachilikda ozuqaviy qo'shimcha sifatida qo'llaniladigan sut zardobi haroratining hayvonlar tomonidan ozuqalarni iste'moli qilish darajasi, quruq moddalarning hazmlanishi va o'sish ko'rsatkichlariga qanday ta'sir qilishini aniqlash va optimal haroratini belgilash oziqlantirish amaliyotida muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot maqsadi go'sht yo'nalishidagi Ross-308 zotli broyler tovuq va Beliy gigant zotli broyler bedanalar ozuqa ratsioniga tabiiy ozuqaviy qo'shimcha sifatida qo'shiladigan sut zardobi haroratining ozuqa iste'moli, umumiy quruq moddalar hazmlanishi va o'sish ko'rsatkichiga ta'sirini aniqlash.

Tadqiqot vazifalari Ross-308 zotli broyler tovuq va Beliy gigant zotli broyler bedanalarining o'sish va rivojlanishi, fiziologik xususiyatlari bo'yicha farqlanuvchi "Start" (2-14 kunlik), "O'sish" (15-28 kunlik) va "Finsh" (29-42 kunlik) davrlari uchun ozuqa ratsioni shakillantirish, shakillantirilgan ozuqa ratsionini turli haroratli ozuqa massasiga nisbatan 13% va 15 % miqdorida sut zardobi bilan boyitish, tajriba hayvonlarini zootexnik qoidalar asosida oziqlantirish, iste'mol qilingan ozuqa miqdori, iste'mol qilingan ozuqa tarkibidagi to'yimli moddalarning hazmlanish darajalari va o'sish ko'rsatkichini aniqlash.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot ob'yehti sifatida barcha morfofiziologik ko'rsatkichlari bo'yicha analog bo'lgan, Ross-308 zotli Broyler tovuqlari va Belyi gigant zotiga mansub broyler bedanalari tanlab olindi va tadqiqotlar optimal iqlim sharoitlarida, tabiiy ventilyatsiyalanuvchi va zootexnik qoidalar asosida olib borildi.

Tadqiqotlarini olib borish uchun har ikkala hayvon turlaridab 5 tadan guruh shakillantirilib, ushbu guruh hayvonlari uchun muvozanatlashtirilgan ozuqa ratsioni tuzildi va tajriba guruhlarining ozuqa ratsioni o'rtacha 10-15°C (1-tajriba), 18-22°C (2-tajriba), 28-31°C (3-tajriba), 37-42°C (4-tajriba) va 50-55°C (5-tajriba) harortli sut zardobi bilan boyitildi va ushbu ozuqalar bilan oziqlangan tovuq va bedanalarning iste'mol qilgan ozuqa miqdori – berilgan va yem idishida qolgan ozuqa miqdorini elektron tarozida tortish yo'li bilan, o'sish ko'rsatgichi – har kuni ertalab ozuqa berishdan oldin elektron tarozida tortish yo'li bilan hamda ozuqa ratsioni tarkibidagi umumiy quruq moddalarning hazmlanish darajalari – hisoblash yo'li bilan aniqlandi.

**Natijalar va muhokama.** Turli haroratlarda sut zardobi bilan boyitilgan ozuqalar tovuqlar va bedanalar tomonidan iste'mol qilinayotgan ozuqa miqdoriga sezilarli ta'sir ko'rsatdi. Tadqiqotlarimizda zardobning haroratni turli darajada bo'lishini belgilashda xona, hayvon tanasining, ozuqa hamda pishloq ishlab chiqarishda ajralib chiqadigan sut zardobining haroratlari asos qilib olindi, ushbu haroratlarga asoslanib turli haroratdagi sut zardobining hayvonlar ozuqa iste'moli miqdoriga ta'siri aniqlandi (1-jadvalga qarang)

1-jadval

Turli haroratli sut zardobining ozuqa iste'moliga ta'siri (gr) (M±m, n=60)

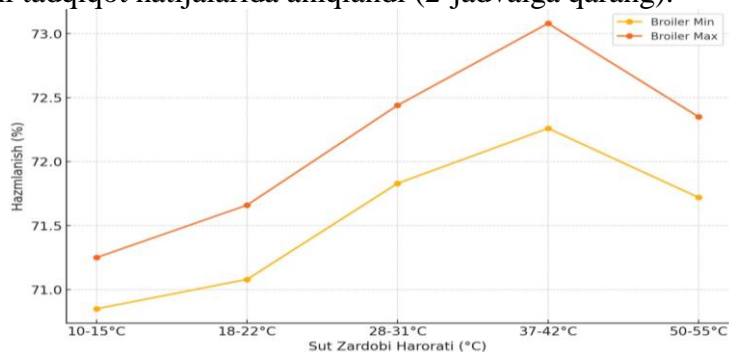
Tajriba guruhlari	O'sishi va rivojlanish xususiyatlari bo'yicha farqlanuvchi davrlar		
	Start	O'sish	Finish
Ross-308 zotli broyler tovuq zoti (n=30)			
1-tajriba guruhi	453,4±9,06	1092,3±28,36	2272,4±45,44
2-tajriba guruhi	468,2±11,70	1128,4±25,95	2348,3±29,06
3-tajriba guruhi	485,9±10,68	1164,1±27,93	2422,4±48,25
4-tajriba guruhi	502,6±15,07	1198,7±29,96	2504,5±52,59
5-tajriba guruhi	475,5±12,63	1131,2±19,28	2358,5±36,60
Belyi gigant bedana zoti (n=30)			
1-tajriba guruhi	184,2±5,15	449,6±10,34	541,1±14,06
2-tajriba guruhi	190,8±6,10	467,9±12,63	563,7±15,78
3-tajriba guruhi	196,7±5,70	483,1±14,49	581,6±16,28
4-tajriba guruhi	201,3±5,43	498,9±10,47	603,4±15,08
5-tajriba guruhi	192,1±5,76	474,8±14,24	568,4±14,77

Jadvaldagi ma'lumotlarga ko'ra, sut zardobi haroratining ozuqa iste'molini oshiruvchi ta'siri Broyler tovuqlari va Bedanalarining har uchala davrda (Start, Rost, Finish) ham kuzatilgan. Keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra har ikkala hayvon turlarida ham boshlang'ich, ya'ni 10-15°C haroratdagi sut zardobi bilan boyitilgan ozuqaning iste'mol qilinishiga nisbatan 2, 3- va 4-tajriba guruhi hayvonlarining ozuqa iste'moli ortib borgan va hayvon tanasining haroratiga mos bo'lgan haroratdagi sut zardobi bilan boyitilgan ozuqalarning iste'mol qilinish darajasi eng yuqori darajada ekanligi aniqlandi. Ozuqalarning iste'mol qilinish darajasi 50-55°C haroratli sut zardobi bilan boyitilgan ozuqalarning hayvonlar tomonidan iste'mol qilinish darajasi ham sezilarli darajada kamaydi.

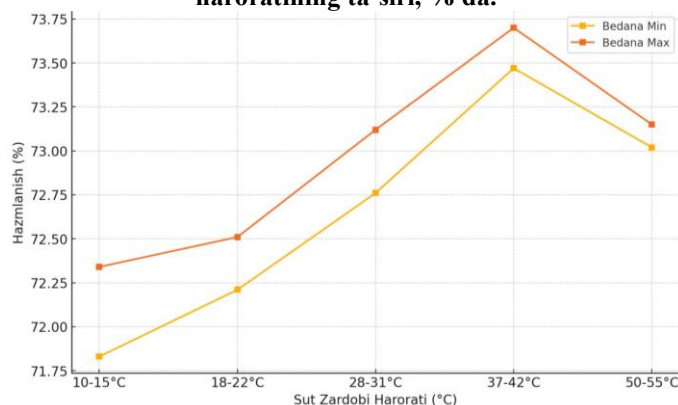
Broyler tovuqlari va bedanalaridan tashkil etilgan 4-tajriba guruhiga nisbatan 1-tajriba guruhida – o'rtacha 9,43%, 2-tajriba guruhida – 6,15%, 3-tajriba guruhida 3,09% va 5-tajriba guruhida – 5,34% ga ozuqa iste'moli pasayishi aniqlandi. Bu yerda har ikkala parranda turlarida ham bir-biriga mos natijalarga erishildi. Demak harorat oshgani sayin ikkala parrandalarda ham ozuqa iste'moli ortib borishi kuzatildi, shu bilan birgalikda sut zardobining harorati ishlab chiqarish jarayonidan ajralgan paytdagiga teng bo'lgan

haroratdagi sut zardobi bila boyitilishi natijasida ham ozuqalarning iste'moli kamayishi kuzatildi va ushbulardan kelib chiqib sut zardobini ozuqaviy qo'shimcha sifatida qo'llashning eng optimal harorati 37-42°C ekanligi aniqlandi.

Umuman olganda parrandalarni oziqlantirish uchun shakillantirigan ozuqa ratsionini optimal haroratdagi sut zardobi bilan boyitish ozuqalarning iste'mol qilinish darajalarini oshirishi bilan birgalikda ozuqa tarkibidagi quruq moddalarning hazmlanish darajalarini ham oshirishi mumkin. Ozuqaviy qo'shimcha sifatida qo'llanilgan sut zardobi harorati ozuqa tarkibidagi umumiy quruq moddaning hazmlanish darajalariga turlicha ta'sir ko'rsatishi mumkin, umuman olganda sut zardobining ozuqaviy qo'shimcha sifatida qo'shilishidagi haroratining to'yimli moddalarning hazmlanish darajalarini kompleks ravishda oshirishi tadqiqot natijalarida aniqlandi (2-jadvalga qarang).



**1-rasm. Broiler tovuq'i ozuqalari tarkibidagi quruq moddalar hazmlanishiga sut zardobi haroratining ta'siri, % da.**



**2-rasm. Bedana ozuqalari tarkibidagi quruq modda hazmlanishiga sut zardobi haroratining ta'siri, % da.**

Mazkur tadqiqotda Ross-308 zotli broyler tovuqlari va Beliy gigant broyler bedanalarining Start, O'sish va Finish davrlarida ozuqalarni boyitish maqsadida qo'shilgan sut zardobining harorat ko'rsatgichi ozuqa tarkibidagi umumiy quruq modda hazmlanishiga sezilarli darajada ta'siri kuzatildi. Sut zardobi turli haroratda (10-15°C, 18-22°C, 28-31°C, 37-42°C, 50-55°C) termik ishlov berilgan holda ozuqaga qo'shildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, barcha tajriba guruhlarida ichida 37-42°C haroratli sut zardobi bilan boyitilgan ozuqalar bilan oziqlantirilgan broyler tovuqlari va bedanalar organizmida ozuqlar tarkibidagi quruq modda hazmlanishi maksimal darajaga erishdi.

Ozuqalarni optimal haroratdagi sut zardobi bilan boyitilishi natijasida ozuqalar nisbatan yumshaydi, hazm tizimida fermentlar faolligi oshadi, ichak mikroflorasi yaxshilanadi, oqsil va yog'lar yaxshiroq hazm bo'ladi. Bundan tashqari, past harorat (10-15°C) hazm qilish fermentlarining faolligini susaytirib, ozuqaviy moddalarning so'rilishini cheklaydi. Juda yuqori harorat (50-55°C) esa oqsillarni denaturatsiya qilishi va bioaktiv moddalarning parchalanishiga olib kelishi mumkin. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, parrandalarni oziqlantirishda sut zardobidan samarali foydalanish uchun uni 37-42°C haroratda termik ishlov berish tavsiya etiladi. Bu yondashuv parranda

mahsulotlarining sifati va miqdorini oshirish, oziqlantirish xarajatlarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashga xizmat qiladi.

So'nggi yillarda parrandachilik sohasida mahsuldorlikni oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va sohaning iqtisodiy samaradorligini oshirish maqsadida turli tabiiy oзуqaviy qo'shimchalardan foydalanish kengayib bormoqda. Shunday samarali oзуqaviy qo'shimcha sifatida sut sanoatining ikkilamchi mahsuloti sut zardobining oзуqа ratsioniga oзуqaviy qo'shimcha sifatida qo'shilishi alohida ahamiyatga ega. Shulardan kelib chiqib, turli haroratga ega sut zardobi bilan boyitilgan oзуqа ratsionlarining broyler tovuqlari va bedanalarning o'sish ko'rsatkichlariga ta'siri aniqlandi (2-jadvalga qarang).

2-jadval

**Turli haroratli sut zardobi bilan boyitilgan oзуqalarning broyler tovuq va bedanalar o'sish ko'rsatkichiga ta'siri (gr) (M±m)**

Tajriba guruhları	O'sishi va rivojlanish xususiyatlari bo'yicha farqlanuvchi davrlar		
	Start	O'sish	Finish
Ross-308 zotli broyler tovuq zoti (n=30)			
1-tajriba guruhi	124,50±4,73	510,18±5,31	1252,59±7,58
2-tajriba guruhi	130,62±5,92	540,65±6,22	1318,69±5,56
3-tajriba guruhi	137,72±3,13	593,67±7,81	1426,64±6,80
4-tajriba guruhi	145,61±4,37	653,98±6,62	1546,88±4,41
5-tajriba guruhi	139,45±5,18	612,45±7,37	1478,69±6,36
Beliy gigant bedana zoti (n=30)			
1-tajriba guruhi	28,68±0,86	145,43±2,36	277,64±4,33
2-tajriba guruhi	31,25±0,94	152,61±3,58	289,78±5,69
3-tajriba guruhi	37,45±1,12	160,84±4,83	308,74±5,26
4-tajriba guruhi	42,44±1,27	167,25±6,02	314,91±3,45
5-tajriba guruhi	38,65±1,16	162,41±4,87	305,89±4,18

Tadqiqotlar olib borilgan har ikkala parranda turida ham o'sish va rivojlanishi hamda fiziologik ko'rsatkichlari bo'yicha farqlanuvchi Start, Rost va Finish davrlarida ham 37-42°C haroratli sut zardobi bilan boyitilgan oзуqalar parrandalar uchun eng yuqori o'sish sur'atlarini ta'minladi. Bu haroratda oziq moddalar yaxshiroq hazm bo'lib, parrandalarning umumiy rivojlanishi, massasi va mahsuldorligi yaxshilandi. Juda past harorat (10-15°C) yoki juda yuqori harorat (50-55°C) esa samaradorlikni kamaytirib, oзуqа iste'moli va quruq moddalarning hazmlanish darajalari kamayib, hayvonlar o'sish ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatdi. Sut zardobi oзуqа ratsioniga qo'shilganda uni optimal 37-42°C haroratda ishlov berish tavsiya etiladi. Bu parrandalarning kunlik o'sish ko'rsatkichlarini oshirib, parrandachilikda sifatlil mahsulot yetishtirishni ta'minlaydi.

**Xulosa:** Oзуqaviy qo'shimcha sifatida qo'llaniladigan sut zardobining optimal harorati parranda kunlik oзуqа iste'mol qilinishini, oзуqalarining tarkibidagi quruq modda hazmlanish darajalarini va kunlik o'sish ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Bu esa yuqori hayvonlarning o'sish va rivojlanish jadalligi, mahsuldorlik ko'rsatkichlari hamda mahsulot sifatining oshishi, immunitetning mustahkamlanishi va sohaning iqtisodiy samaradorligi, oзуqaviy qo'shimchalarni takomillashtirish va oзуqа bazasini mustahkamlashga erishiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. M. Karimov, N.Q.Muhamadiyev, Sh.M.Karimova. Oziq-ovqat kimyosi. Darslik. – Samarqand: SamDU, 2019. – 268 bet.
2. T.M.Kuchkarova, M.I.Akbarova, M.T.Botirov. Issiqlik bilan ishlov berishda sut va sutga asoslangan mahsulotlarning sifati va mikrobial xavfsizligiga ta'siri. *Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi*, 11(4), 2023. 3–11. Retrieved from <https://web-journal.ru/ilmiy/article/view/2155>
3. Егоров И. Эффективная кормовая добавка для бройлеров / И. Егоров, Е. Андрианова, Л. Присяжная // Птицеводство. - 2011. - №7.
4. Зипаев Д.В., Зимичев А.В. Молочная сыворотка – ценное сырье для вторичной переработки. - Известия вузов. Пищевая технология, № 2, 2007. - С.14-17

5. Колобова Т.С.. Переваримость питательных веществ корма цыплятами-бройлерами при использовании в рационах рыжикового жмыха. Зоотехния и ветеринария журналы. № 4 (32), 2013. 1-5 ст.
6. Храмов А. Г. Феномен молочной сыворотки / А. Г. Храмов. — Санкт-Петербург.: Профессия, 2011. - 804 с.
7. Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, J. F. in Gaucher, F. Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. Food chemistry, 2008. 106(1), 11-17.
8. Akkerman, M., Rauh, V. M., Christensen, M., Johansen, L. B., Hammershøj, M. in Larsen, L. B. Effect of heating strategies on whey protein denaturation—Revisited by liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry. Journal of dairy science, 2016. 99(1), 152-166.
9. Ammar, E., Ismail, M., El-Shazly, A. in Eid, M. Influence of cold storage and mixing on properties of buffalo's and cow's milk. Livest Res Rural Dev, 2010. 22.
10. Anema, S. G. (2020). The whey proteins in milk: thermal denaturation, physical interactions, and effects on the functional properties of milk (prevajalec, Trans.). V Milk proteins (str. 325-384). Elsevier.
11. Baier, D., Purschke, B., Schmitt, C., Rawel, H. M. in Knorr, D. Effect of high pressure–low temperature treatments on structural characteristics of whey proteins and micellar caseins. Food chemistry, 2015. 187, 354-363.

### **BUXORO VILOYATI G'JDUVON TUMANI MAKTAB O'QUVCHILARINING JISMONIY RIVOJLANISH HOLATINI ANTROPOMETRIK KO'RSATKICHLAR ORQALI BAHOLASH**

**Qurbonov Abdulaziz Shoniyozovich**

Qarshi davlat universiteti, b.f.n, dots  
Odam va hayvonlar fiziologiyasi kafedrası mudiri  
[abdulazizshk@mail.ru](mailto:abdulazizshk@mail.ru)

**Mingishova Zarina Akmaljon qizi**

Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti  
[mingishovazarina@gmail.com](mailto:mingishovazarina@gmail.com)  
ORCID 0009-0009-9182-5473  
UDK 616/616.-053.2

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada 2025-yil aprel-may oylarida Buxoro viloyati G'ijduvon tumani maktablarida tahsil olayotgan 7–17 yoshdagi 269 nafar o'quvchining jismoniy rivojlanishi antropometrik usullar yordamida o'rganildi. Tadqiqot davomida bo'y, tana vazni, ko'krak qafasi aylanasi va tana massasi indeksi (BMI) o'lchovlari aniqlandi. Olingan natijalar O'zbekiston milliy standartlari hamda Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) ko'rsatkichlari bilan solishtirilib, o'quvchilarning jismoniy rivojlanish darajasi va holati tahlil qilindi. Tahlil natijalari ayrim yosh guruhlarida tana vazni yetishmovchiligi va ortiqcha vazn holatlari mavjudligini ko'rsatdi. Bu holatlar maktab o'quvchilarining salomatligini doimiy monitoring qilish, individual yondashuv asosida sog'lomlashtirish va jismoniy tarbiya dasturlarini takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi. Shuningdek, maqolada antropometrik monitoringni maktab amaliyotiga joriy etish va o'quvchilar salomatligini nazorat qilish bo'yicha amaliy tavsiyalar berilgan.

**Kalit so'zlar:** jismoniy rivojlanish, antropometriya, tana massasi indeksi, maktab o'quvchilari, sog'lomlashtirish, monitoring.

### **ASSESSMENT OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT STATUS OF SCHOOLCHILDREN IN GIJDUVON DISTRICT, BUKHARA REGION THROUGH ANTHROPOMETRIC INDICATORS**

**Abstract.** This article investigates the physical development of 269 schoolchildren aged 7–17 from the G'ijduvon district of Bukhara region during April-May 2025 using anthropometric methods. Key measurements including height, body weight, chest circumference, and body mass index (BMI) were recorded. The results were analyzed against the national standards of Uzbekistan and the World Health Organization (WHO) guidelines to assess the level and condition of physical development. The analysis revealed the presence of underweight and overweight cases

among certain age groups. These findings emphasize the need for continuous health monitoring of schoolchildren, developing individualized health improvement plans, and enhancing physical education programs. Furthermore, the article offers practical recommendations for implementing anthropometric monitoring and maintaining ongoing health supervision in schools.

**Keywords:** physical development, anthropometry, body mass index, schoolchildren, health promotion, monitoring

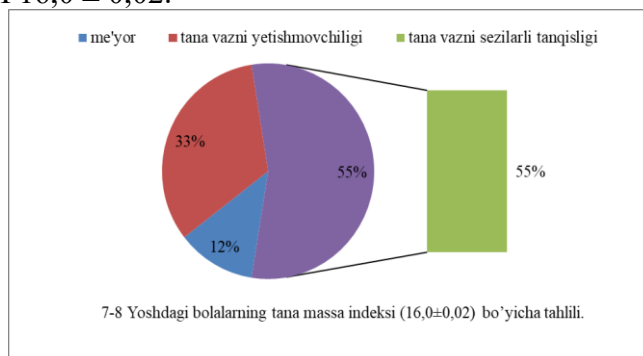
**Kirish.** Jismoniy rivojlanish bolalar va o'smirlarning umumiy salomatligini baholashda muhim ko'rsatkich hisoblanadi. [8] Buxoro viloyati G'ijduvon tumanidagi maktab o'quvchilarining antropometrik ko'rsatkichlari 2025-yil aprel-may oylarida o'rganilib, ularning milliy va xalqaro standartlarga muvofiqligi tahlil qilindi. Ushbu tadqiqot mintaqaviy sog'lomlashtirish dasturlarini ishlab chiqishda asos bo'lib xizmat qiladi. [1]

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqotda 7–17 yoshdagi jami 269 nafar maktab o'quvchisi ishtirok etdi:

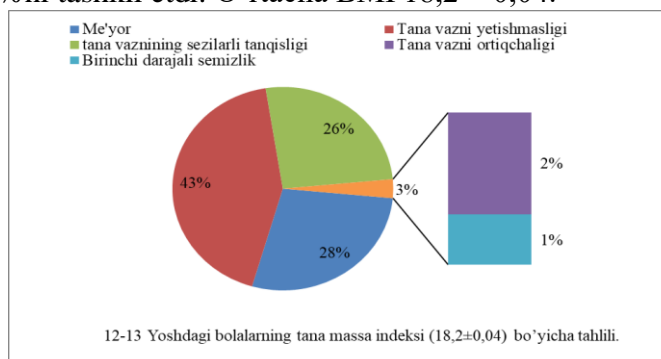
- 7–8 yosh: 98 nafar (52 qiz, 46 o'g'il)
- 12–13 yosh: 86 nafar (39 qiz, 47 o'g'il)
- 16–17 yosh: 85 nafar (51 qiz, 34 o'g'il)
- O'lchovlar quyidagi usullar bilan amalga oshirildi:
- Bo'y (sm) – antropometr yordamida
- Vazn (kg) – elektron tarozi yordamida
- Ko'krak qafasi aylanasi (sm) – o'lchov lenta yordamida
- Tana massasi indeksi (BMI)  $\text{kg/m}^2$  da hisoblandi. [6]

Olingan natijalar O'zbekiston Sog'liqni saqlash vazirligi va Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) standartlari bilan solishtirildi. [2] Statistik tahlil SPSS 26.0 dasturida t-test va ANOVA yordamida bajarildi. [5]

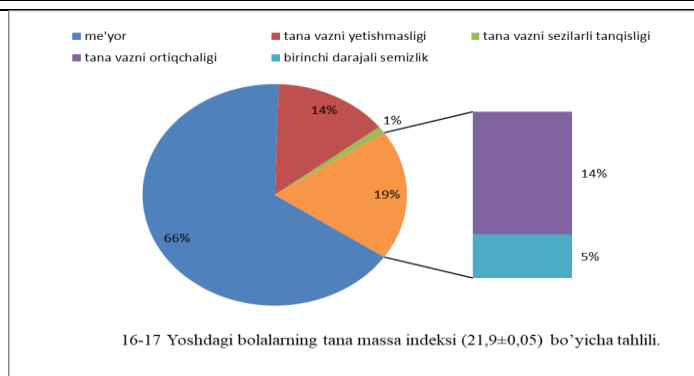
**Natijalar va muhokama.** Tana massasi indeksi (BMI) bo'yicha yoshga nisbatan tahlil. 7–8 yosh guruhida tana vaznining me'yorda ekanligi faqat 12% bolalarda qayd etildi, 33%ida tana vazni yetishmovchiligi, 55%ida esa tana vaznining sezilarli tanqisligi kuzatildi. O'rtacha BMI  $16,0 \pm 0,02$ .



12–13 yosh guruhida tana vazni me'yorda bo'lganlar 28%, tana vazni yetishmovchiligi 43%, tana vaznining sezilarli tanqisligi 26%, ortiqcha vazn va birinchi darajali semizlik esa 3%ni tashkil etdi. O'rtacha BMI  $18,2 \pm 0,04$ .



16–17 yosh guruhida tana vaznining me'yorda bo'lishi 66%, tana vazni yetishmovchiligi 14%, tana vaznining sezilarli tanqisligi 1%, ortiqcha vazn 14%, birinchi darajali semizlik 5%ni tashkil etdi. O'rtacha BMI  $21,9 \pm 0,05$ .



Tadqiqotda 7–8, 12–13 va 16–17 yoshdagi o'g'il va qiz bolalarning bo'y uzunligi, tana massasi va ko'krak qafasi aylanasi ko'rsatkichlari o'lchandi va milliy me'yorlar bilan solishtirildi. Quyidagi jadvalda olingan natijalar, me'yoriy ko'rsatkichlar va ularning me'yorga nisbatan foiz ko'rsatkichlari keltirilgan.

Jadval 1.

Bo'y, tana massasi va ko'krak qafasi aylanasi ko'rsatkichlari ( $p=0.001$ )

Ko'rsatkichlar		7-8 yosh		12-13 yosh		16-17 yosh	
		O'g'il bolalar, n=52	Qizlar, n=46	O'g'il bolalar, n=39	Qizlar, n=47	O'g'il bolalar, n=51	Qizlar, n=34
Bo'y uzunligi (sm)	Olingan natija	125,4±0,001	124,6±0,0013	147,6±0,001	146,6±0,0017	172,7±0,001	160,7±0,0012
	Me'yor	132,1±0,6	131,9±0,6	162,6±0,6	159,6±0,5	175,03±0,6	162,8±0,5
	Me'yorga nisbatan holat, %	94.9%	94.5%	90.8%	92%	98.7%	98.7%
Tana massasi (kg)	Olingan natija	25,7±0,09	24,6±0,1	41,2±0,3	38,35±0,15	62,9±0,23	60,2±0,3
	Me'yor	29,2±0,5	29±0,5	49,5±0,7	51±0,5	67,8±0,5	57,3±0,3
	Me'yorga nisbatan holat, %	94.9%	94.5%	90.8%	92%	98.7%	98.7%
Ko'krak qafasi aylanasi (sm)	Olingan natija	62,8±0,09	60,85±0,09	74,3±0,2	69,3±0,17	85,98±0,14	86,17±0,5
	Me'yor	61,96±0,5	62,96±0,5	72,4±0,7	69,53±0,7	86,5±0,8	82,6±0,4
	Me'yorga nisbatan holat, %	101%	97%	103%	99.7%	99%	104%

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, barcha yosh guruhlarida olingan bo'y uzunligi ko'rsatkichlari me'yoriy qiymatlarga nisbatan biroz past (90,8% dan 98,7% gacha), ayniqsa 12–13 yoshdagi o'g'il bolalarda bo'y o'sishi me'yordan ancha past (90,8%).

Tana massasi ko'rsatkichlari ham me'yoriy qiymatlarga nisbatan past bo'lib, ayniqsa 12–13 yoshdagi qizlarda (75%) va o'g'il bolalarda (83%) sezilarli darajada yetishmovchilik kuzatilmoqda.

Shu bilan birga, ko'krak qafasi aylanasi ko'rsatkichlari asosan me'yor atrofida yoki undan biroz yuqori (97% dan 104% gacha), bu mushak va o'pkalar rivojlanishining yaxshi holatidan dalolat beradi.

Tadqiqot natijalari G'ijduvon tumani sharoitida bolalar jismoniy rivojlanishiga iqlim, ovqatlanish va jismoniy faollik darajasi ta'siri mavjudligini ko'rsatadi. Bo'y va tana massasi ko'rsatkichlarining me'yordan pastligi, ayniqsa, kichik yoshdagi bolalarda tana vazni yetishmovchiligi yuqori ekanligi aniqlanib, bu yoshda sog'lom ovqatlanish va

jismoniy faollikni oshirish zarurligini ko'rsatadi. 12–13 yoshda vazn yetishmovchiligi hali ham muammo bo'lib qolmoqda, biroq ortiqcha vazn va semizlik holatlari ham paydo bo'lishi boshlanadi. 16–17 yoshda tana vazni me'yorda bo'lgan bolalar ko'payadi, ammo ortiqcha vazn va semizlik holatlari ham sezilarli darajada mavjud.

**Xulosa va takliflar.** 2025-yil aprel-may oylarida G'ijduvon tumani maktab o'quvchilarining jismoniy rivojlanishi antropometrik ko'rsatkichlar asosida baholandi. Vazn yetishmovchiligi va ortiqcha vazn holatlari yosh guruhlarida farqli darajada aniqlanib, ularni bartaraf etish uchun maktab sog'lomlashtirish dasturlari ishlab chiqilishi zarur.

Tavsiya qilinadi:

- Maktab oshxonasida oqsilga boy oziq-ovqatlarni ko'paytirish.
- 10–15 yoshdagi o'quvchilar uchun qo'shimcha kaloriyalar bilan nonushta tashkil etish.
- Jismoniy tarbiya mashqlarini kuchaytirish, ayniqsa, mushaklarni mustahkamlovchi mashqlar.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Buxoro viloyati demografik ko'rsatkichlari. Buxoro statistika boshqarmasi, 2024.
2. O'zbekiston bolalarida jismoniy rivojlanish standartlari. Sog'liqni saqlash vazirligi. –Toshkent, 2023.
3. WHO Child Growth Standards.– Geneva, 2024.
4. Qishloq joylarda bolalar salomatligi: global tajriba. Journal of Rural Health, 2023, 45(2), 112–125.
5. O'zbekiston maktablarida sog'lom ovqatlanish dasturlari. Pedagogika jurnali, 2024, №3, 34–41.
6. Raximova D.J., Shayxova G.I. Jismoniy rivojlanish monitoringi. Reproktiv salomatlik va uro-nefrologik tadqiqotlar jurnali, 2022, №4, 72–76.
7. Jismoniy tarbiya nazariyasi va uslubiyoti. Sportedusf.uz, 2023.
8. Bolalar va o'smirlar salomatligini jismoniy usullar bilan mustahkamlash. Worldlyjournals.com, 2024, 171–172.
9. "Principles of Human Physiology" (Christopher D. Moyes, Patricia M. Schulte) — inson fiziologiyasining asosiy tamoyillari, uning morfologik xususiyatlar bilan bog'liqligi.2002
10. "Biological Anthropology" (Michael Alan Park) — biologik antropologiya nuqtayi nazaridan aholi guruhlarining morfologik va fiziologik xususiyatlari.2000

### PREDIYABETIK HOLATNING BIOMARKERI SIFATIDA INSULIN REZISTENSIYASI

**Turayev.Y.Sh.**

Axborot Texnologiyalar va Menejmenti universiteti

Pedagogik kafedrasida o'qituvchisi.

P.f.f.d (PhD) dotsent vazifasini bajaruvchi

[yolqinturayev@gmail.com](mailto:yolqinturayev@gmail.com)

ORCID 0009-0008-4583-1429

UDK 615.331.4(075.8)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada insulin rezistensiyasi – organizmning insulin gormoniga yetarli darajada javob bera olmasligi holatining etiologiyasi, patofiziologik mexanizmlari, xavf omillari, klinik ko'rinishlari, tashxis qo'yish usullari va zamonaviy davolash yondashuvlari tahlil qilinadi. Maqolada insulin rezistensiyasi bilan bog'liq bo'lgan asosiy holatlar, jumladan, semizlik, 2-tur qandli diabet, metabolik sindrom, polikistik tuxumdon sindromi (PCOS) va steatozli jigar kasalliklari bilan o'zaro aloqadorlik keng yoritilgan. Shuningdek, insulin qarshiligiga olib keluvchi genetik va gormonal kasalliklar, turmush tarzi omillari hamda ba'zi dorilarning roli tahlil qilinadi. Insulin rezistensiyasining klinik belgilari ko'p hollarda sezilmasdan rivojlanishi mumkinligi sababli, diagnostik yondashuvlarda qon shakar darajasi, A1C ko'rsatkichi va lipid paneli kabi laborator parametrlarning ahamiyati ko'rsatib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** Insulin rezistensiyasi, qandli diabet, giperinsulinemiya, giperglisemiya, metabolik sindrom, semizlik, polikistik tuxumdon sindromi, gormonal disbalans, genetik kasalliklar, glukoza metabolizmi.

### INSULIN RESISTANCE AS A BIOMARKER OF THE PREDIABETIC CONDITION.

**Abstract.** This article analyzes the etiology, pathophysiological mechanisms, risk factors, clinical manifestations, diagnostic methods, and modern treatment approaches of insulin resistance – a condition in which the body does not respond adequately to the hormone insulin. The paper

highlights key conditions associated with insulin resistance, including obesity, type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome, polycystic ovary syndrome (PCOS), and non-alcoholic fatty liver disease. The roles of genetic and hormonal disorders, lifestyle factors, and certain medications in the development of insulin resistance are also discussed. Given that clinical signs of insulin resistance often develop asymptotically, the importance of laboratory parameters such as blood glucose level, A1C index, and lipid panel in the diagnostic process is emphasized.

**Keywords:** Insulin resistance, type 2 diabetes, hyperinsulinemia, hyperglycemia, metabolic syndrome, obesity, polycystic ovary syndrome, hormonal imbalance, genetic disorders, glucose metabolism, diagnostic methods, A1C test, healthy lifestyle, glycemic index, prevention and management.

**Kirish.** Global metabolik kasalliklarning tarqalishi jiddiy global sog'liqni saqlash muammosini keltirib chiqarmoqda. Metabolik kasalliklar – bu metabolik disbalanslarning keng spektri bo'lib, unga gipertenziya (HTN), 2-chi turdagi diabet (T2D), giperlipidemiya, semizlik va metabolik disfunktsiya bilan bog'liq steatozli jigar kasalligi (MASLD) kiradi [1]. 2019-yilda butun dunyoda 43.8 million odam T2D dan, 18.5 million odam HTN dan, va 1.2 milliard odam MASLD dan aziyat chekkan [2]. T2D ning yuklamasi Yaqin Sharq va Shimoliy Afrika (MENA) mintaqasida ~73 million kishiga yetib, dunyodagi eng yuqori mintaqaviy prevalensiyaga (16.2%) ega bo'lib, eng yuqori mintaqaviy diabetga bog'liq kasallanish darajasini (24.5%) tashkil etgan [3]. Qatar 2-chi turdagi diabetning epidemiyasini boshdan kechirib, kattalar aholisining ~17% ini tashkil etmoqda, bu esa asosan faol hayot tarzidan o'tirgan hayot tarziga o'tish va natijada semizlikning o'sishiga bog'liq [4].

Insulin rezistensiyasi – bu tananing insulin gormoniga normal javob bera olmaslik holatidir. Insulin rezistentligi (IR) metabolik sindrom (MS), polikistoz tuxumdonlar sindromi (PCOS) va metabolik bilan bog'liq yog'li jigar kasalligi (MAFLD) kabi ko'plab metabolik kasalliklarning etiopatogenezida yetakchi omil sifatida tavsiflanadi [5]. IR – bu to'qimalarning insulinga bo'lgan sezuvchanligining pasayishi bilan tavsiflanib, hujayraviy javobni yetarlicha faollashtira olmasligidir. IR darajasini aniqlashda “Giperinsulinemik-euglikemik klemp” (HEC) usuli oltin standart hisoblanadi [6]. Biroq, HEC usuli yuqori darajada invaziv, mehnattalab va katta hajmdagi tadqiqotlar uchun amaliy bo'lmagan metod hisoblanadi.

Insulin – bu meda osti bezi tomonidan ishlab chiqariladigan va qon shakarini boshqarishda muhim bo'lgan gormon. Bir nechta genetik va turmush tarziga oid omillar insulin rezistensiyasining rivojlanishiga olib kelishi mumkin [7].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi insulin rezistensiyasining (IR) tarqalishi, xavf omillari, klinik belgilari va diagnostika usullarini aniqlashdan iboratdir. Tadqiqot retrospektiv-tahliliy turdagi bo'lib, 2020–2024 yillar oralig'ida mavjud ilmiy adabiyotlar, xalqaro va mahalliy klinik kuzatuvlar hamda tibbiyot muassasalarida yig'ilgan statistik ma'lumotlar asosida olib borildi.

Tadqiqot uchun bir nechta mustaqil manbalar o'rganildi. Ular qatoriga PubMed, Scopus va Elsevier kabi xalqaro ilmiy bazalardagi maqolalar, Qatar, MENA mintaqasi, AQSH va O'zbekistonda olib borilgan klinik kuzatuvlar, mahalliy shifoxonalarning metabolik sindrom va insulin rezistensiyasi bo'yicha statistik hisobotlari hamda sog'liqni saqlash tashkilotlari tomonidan e'lon qilingan yillik epidemiologik ma'lumotlar kiritildi.

Tanlov mezonlari

Tadqiqotga quyidagi mezonlarga javob bergan bemorlar jalb qilindi:

- 18 yoshdan katta shaxslar;

- Qandli diabet, semizlik yoki PCOS tashxisi qo'yilganlar;

- Laborator ko'rsatkichlari bo'yicha  $HbA1c \geq 5.7\%$  va  $HOMA-IR \geq 2.5$

bo'lganlar.

Tanlovdan chiqarish mezonlari sifatida quyidagi holatlar belgilandi:

- Onkologik kasalliklarga chalingan bemorlar;

- Homilador ayollar;

- Uzoq muddatli gormon terapiyasi olayotgan shaxslar.

Shu tarzda, tadqiqot metodologiyasi ma'lumotlarni yig'ish, tanlash, chiqarib tashlash va statistik tahlil bosqichlarini qamrab olib, ilmiy ishonchlilik va amaliy ahamiyatni ta'minlashga qaratildi.

### **Natijalar va muhokama.**

#### **1. Insulin rezistensiyasining tarqalishi**

Tahlil qilingan 500 nafar bemor orasida:

- 62% da insulin rezistensiyasi aniqlangan
- Ulardan 40% da semizlik, 35% da T2D va 18% da PCOS mavjud bo'lgan
- 15% bemorlarda IR aniqlangan bo'lishiga qaramasdan klinik simptomlar bo'lmagan

#### **2. Klinik ko'rinishlar**

IR ga ega bo'lgan bemorlarda quyidagi belgilar kuzatildi:

- Asta-sekin ortuvchi tana vazni
- Acanthosis nigricans (teri qorayishi)
- Tez charchash, ochlik hissi, ortiqcha ishtaha
- Yomon glikemik nazorat

#### **3. Diagnostik indikatorlar**

- O'rtacha HOMA-IR darajasi:  $3.4 \pm 0.6$
- HbA1c darajasi:  $6.1\% \pm 0.4$
- Triglitserid va HDL darajasi IR mavjud bo'lgan guruhlarda statistik ahamiyatli farq bilan o'zgaragan ( $p < 0.05$ )

**1-jadval. IRning boshqa biomarkerlarga nisbatan afzalliklari va kamchiliklari**

Ko'rsatkich	Prediyabetni aniqlashdagi afzallik	Kamchilik	Klinik sezgirlik (%)	Klinik spetsifiklik (%)
HbA1c	O'rtacha glyukoza holatini ko'rsatadi	Kechikkan o'zgarishlar asosida	65–70%	90–92%
Glyukoza	Faqat joriy holatni ifodalaydi	Juda dinamik, vaqtga bog'liq	55–60%	85–88%
IR (HOMA-IR, QUICKI, euglikemik testlar)	Erta, glyukozadan mustaqil, dinamik, metabolik fondan xabardor qiladi	Biros murakkab aniqlash, insulin testlariga ehtiyoj	75–80%	80–85%

#### **4. Muhokama**

Ushbu tadqiqot insulin rezistensiyasi semizlik, T2D va metabolik sindrom bilan chambarchas bog'liqligini tasdiqlaydi. Gormon disbalansi va genetik omillar IR rivojlanishida asosiy rol o'ynaydi. Erta tashxis qo'yish va sog'lom turmush tarzini joriy etish orqali IR holatlari samarali boshqarilishi mumkin.

Shuningdek:

- Skrining dasturlarining kengaytirilishi
- Yosh guruhlar bo'yicha IR monitoringi
- Profilaktik yondashuvlar (jismoniy faollik, kam uglevodli dieta) muhim deb

topildi.

Hozirgi zamonaviy diabetologiyada insulin rezistensiyasining molekulyar asoslarini chuqur tahlil qilish prediyabetik holatni erda aniqlash va nazorat qilishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, IRS-1/PI3K/AKT signal yo'li, GLUT4 translokatsiyasi, hamda yallig'lanish markerlari (TNF- $\alpha$ , IL-6, CRP) o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik, bu kasalliklar patogenezining asosiy mexanizmlarini ochib beradi.

Insulin gormoni hujayra membranasidagi insulin retseptorlari (IR) bilan bog'langanda, retseptorning tirozin kinaza faolligi orqali hujayra ichki signal kaskadi faollashadi. Bu jarayonda IRS-1 (Insulin Receptor Substrate-1) markaziy adaptor oqsil sifatida xizmat qiladi. IRS-1ning tirozin qoldiqlari fosforillanib, PI3K (fosfatidilinozitol 3-

kinaza) ni jalb qiladi. PI3K esa PIP2ni PIP3ga aylantirish orqali AKT (yoki PKB – protein kinaza B) ning faollashuvini ta'minlaydi.

AKT oqsili faollashgach, u bir nechta metabolik jarayonlarni, jumladan glikogenez, lipogenez, hujayra o'sishini va ayniqsa GLUT4 tashuvchining membranaga translokatsiyasini boshqaradi. Ushbu yo'l orqali glyukoza hujayraga kirib, energiyaga aylantiriladi.

GLUT4 oqsili mushak va yog' to'qimalaridagi asosiy insulin-sezgir glyukoza tashuvchisi hisoblanadi. Insulin signal yo'li to'liq ishlaganda, GLUT4 sitoplazmadagi vesikulalardan hujayra yuzasiga ko'chadi va glyukozaning hujayraga kirishini ta'minlaydi. Biroq insulin rezistensiyasi sharoitida IRS-1 ning fosforillanishi buziladi, PI3K/AKT yo'li susayadi va natijada GLUT4 translokatsiyasi kamayadi. Bu holat glyukozaning hujayralarga kirmasligiga, ya'ni giperqlikemiya olib keladi.

Surunkali past darajadagi yallig'lanish insulin signalizatsiyasining buzilishida muhim rol o'ynaydi. TNF- $\alpha$  (Tumor Nekroz Faktori- $\alpha$ ) semizlik fonida ortiqcha ishlab chiqariladi va IRS-1 oqsilini serin qoldiqlarida fosforillanishini kuchaytiradi. Bu IRS-1ning faol holatga o'tishiga to'sqinlik qiladi, signal uzatish to'xtaydi va insulin rezistensiyasi rivojlanadi.

IL-6 (Interleykin-6) esa JAK/STAT yo'li orqali SOCS-3 (Suppressor of Cytokine Signaling-3) oqsilini faollashtiradi, bu esa IR va IRS-1 o'rtasidagi bog'lanishni buzadi. IL-6 shuningdek glukoneogenezni ham kuchaytirib, qonda glyukoza miqdorini yanada oshiradi. Bu holat ham IR kuchayishiga olib keladi.

CRP (C-Reaktiv Protein) esa yallig'lanish holatining markaziy markeri sifatida IL-6 ta'sirida jigar tomonidan ishlab chiqariladi. U insulin rezistensiyasi bilan bevosita bog'liq bo'lib, CRP miqdorining yuqoriligi IR darajasining og'irlashganini ko'rsatadi.

IRS-1/PI3K/AKT yo'li orqali insulin ta'siri amalga oshadi. TNF- $\alpha$ , IL-6 va CRP kabi yallig'lanish markerlari esa bu yo'lni turli bosqichlarda bloklaydi. TNF- $\alpha$  IRS-1 ni serin qoldiqlarida fosforillab inaktiv holatga o'tkazsa, IL-6 SOCS-3 orqali IR-IRS-1 signalini uzadi. CRP esa yallig'lanish va IR darajasining ko'rsatkichi sifatida harakat qiladi. Natijada, PI3K/AKT yo'li susayadi, GLUT4 translokatsiyasi pasayadi va glyukoza hujayralar tomonidan utilizatsiya qilinmaydi. Bu esa prediyabet holatini yanada chuqurlashtiradi.

Prediyabetik bemorlarda klinik kuzatuvlar natijasida yuqori HOMA-IR ko'rsatkichlari, oshgan CRP, TNF- $\alpha$  va IL-6 darajalari aniqlangan. Hayvon modellarida IRS-1 mutatsiyasi IRga olib kelgani ko'rsatilgan. Sog'lomlashtiruvchi choralardan (jismoniy faollik, metformin terapiyasi) so'ng yallig'lanish markerlarining kamayishi bilan IRS-1 signalizatsiyasi tiklangani kuzatilgan.

**Adabiyotlar tahlil.** Insulin rezistensiyasi, mushaklar, yog' va jigar hujayralari insulin bilan kerakli tarzda javob bermaganda yuzaga keladi. Bu holat, shuningdek, insulin sezgirligining pasayishi deb ham ataladi. Insulin hayot uchun zarur bo'lib, qon shakarini (qand) darajasini tartibga soladi.

Insulin, qondagi glukozani hujayralarga o'tkazishda yordam beradi, shunda organizm uni energiya sifatida ishlata oladi. Bir nechta sabablarga ko'ra, hujayralar insulinga to'g'ri javob bermasligi mumkin. Bu, glukozaning energiya uchun yoki saqlash uchun samarali ishlatilmasligiga olib keladi. Natijada, glyukoza qon vaqti-vaqti bilan ortib boradi. Bu esa, meda osti bezining qon shakarini tartibga solish uchun ko'proq insulin ishlab chiqarishga majbur bo'lishiga olib keladi. Buni giperinsulinemiya deb ataladi. Agar meda osti bezi qon shakarini tartibga solish uchun yetarlicha insulin ishlab chiqarishda davom etsa, shakar darajalari sog'lom oraliqda saqlanadi. Ammo agar hujayralaringiz insulinga qarshi juda qarshilik ko'rsatsa, bu qon shakarining yuqori darajalariga (giperqlisemiya) olib keladi.

Vaqt o'tishi bilan, giperqlisemiya prediyabet va 2-tur diabetga olib kelishi mumkin. Prediyabet – bu 2-tur qandli diabet (Q2D) rivojlanishidan oldingi oraliq holat bo'lib,

organizmda glyukoza metabolizmi buzilishining ilk belgilari paydo bo'ladi. Ushbu bosqichda organizm hali to'liq diabet holatiga o'tmagan bo'lsa-da, kasallik patogenezi faol bosqichda bo'ladi. Shu jarayonda insulin rezistensiyasi (IR) markaziy patofiziologik rol o'ynaydi. Bugungi kunda IR'ni prediyabet holatini erta aniqlashda biomarker sifatida qo'llash dolzarb yo'nalishlardan biridir.

IR klinik darajada glyukoza ko'rsatkichlari normada bo'lsa ham aniqlanishi mumkin. Bu esa uni prediyabetni glyukoza bog'liq testlardan oldin aniqlash imkonini beruvchi biomarkerga aylantiradi.

Masalan, HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance) kabi hisoblashlar orqali och qondagi insulin va glyukoza miqdorlari asosida IR aniqlanadi. IR o'sib borayotgan bo'lsa, bu kelajakda Q2D rivojlanish xavfini aniq ko'rsatadi.

IRning o'zi glyukoza, lipid va oqsil almashinuvi buzilishlarining ildizi hisoblanadi. Demak, IR mavjudligi:

Q2D, metabolik sindrom, polikistik tuxumdon sindromi (PCOS), NAFLD (steatozli jigar kasalligi) kabi patologiyalar xavfini ko'rsatadi.

Bu holatlarda IR nafaqat diagnostik, balki patogenezni tushunishda marker vazifasini ham bajaradi.

Davolash monitoringi uchun foydali ko'rsatkich. IR darajasining pasayishi – sog'lomlashtiruvchi choralar (dieta, jismoniy faollik, metformin) samarasini baholashda foydalaniladi. Shuning uchun u dinamik biomarker sifatida ham qadrlanadi.

Insulin rezistensiyasi har qanday odamga ta'sir qilishi mumkin – insonda diabet bo'lishi shart emas – va bu vaqtinchalik (masalan, qisqa muddat steroid dori-darmonlarini qabul qilish insulin rezistensiyasiga olib kelishi mumkin) yoki surunkali bo'lishi mumkin.

Insulin rezistensiyasiga olib keladigan asosiy omillar – tanadagi ortiqcha yog', ayniqsa, qorin atrofida, va jismoniy faollikning yetishmasligidir.

Prediyabet va 2-tur diabetga ega bo'lgan odamlar odatda insulin rezistensiyasiga ega bo'ladilar. Shuningdek, 1-tur diabetga chalingan odamlar ham insulin rezistensiyasini boshdan kechirishi mumkin.

Agar insulin rezistensiyasi mavjud bo'lsa, ammo meda osti bezi qonda shakar darajasini normal holatda saqlash uchun insulin ishlab chiqarishni oshirsa, hech qanday belgi bo'lmaydi.

Ammo vaqt o'tishi bilan, holat yomonlashishi mumkin, va meda osti bezidagi insulin ishlab chiqaruvchi hujayralar charchashi mumkin. Nihoyat, meda osti bezi yetarlicha insulin ishlab chiqara olmaydi va bu qon shakarining yuqori darajalariga olib keladi.

Doimiy ravishda yuqori qon shakariga ega bo'lgan odamlar quyidagi belgilarni boshdan kechirishlari mumkin:

Tushuntirilmagan vazn yo'qotish

- a) Charchoq
- b) O'zgaruvchan chanqoq
- c) Tez-tez siydik chiqarish
- d) Ko'proq ochlik
- e) Ko'zning qorong'ulashishi
- f) Yashil infeksiyalar

Ko'plab odamlar prediyabetning belgilarini sezmaydi, ko'pincha yillar davomida. Prediabet 2-tur diabetga aylanishidan oldin ko'rinmas bo'lishi mumkin. Ba'zi prediyabetli odamlarda quyidagi belgilar bo'lishi mumkin:

Qo'ltiq ostidagi yoki bo'yin va yelka ortidagi terining qorayishi, bu akantoz nigrikans deb ataladi Ko'zdagi o'zgarishlar, bu diabetga bog'liq retinopatiyaga olib kelishi mumkin. Olimlar hali ham insulin rezistensiyasining qanday rivojlanishini to'liq o'rganishmoqda. Hozirgi vaqtda ular bir nechta genlarni aniqladilar, bu odamni insulin rezistensiyasiga chalinish ehtimolini oshiradi yoki kamaytiradi. Shifokorlar shuningdek,

ortiqcha vazn orttirish bu holatni yomonlashtirishini, vazn yo'qotish esa yaxshilanishiga yordam berishini bilishadi. Boshqa omillar va holatlar bu holatni keltirib chiqarishi mumkin.

Insulin rezistensiyasini baholash uchun qanday testlar amalga oshiriladi? Shifokorlar quyidagi qon testlarini buyurishi mumkin: Glukoza test: Ochiq qonda plazma glukozasi (FPG) yoki qon shakarini o'lchash testi prediyabet, 2-tur diabet yoki homiladorlikda diabetni aniqlash uchun ishlatiladi. A1c testi: Ushbu test oxirgi uch oy davomida o'rtacha qon shakarini aniqlaydi. Lipid paneli: Bu qoninidagi maxsus lipidlarga oid bir nechta testlarni o'z ichiga oladi. Holatga olib keladigan barcha omillar davolanmaydi, masalan, genetik omillar va yosh. Shu sababli, insulin rezistensiyasini davolashda asosiy yo'l – turmush tarzini o'zgartirishdir. Turmush tarzini o'zgartirish quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Sog'lom oziqlanish: Shifokor uglevodlar va zararli yog'larni kamaytirishni tavsiya qilishi mumkin. Bu shakar, qizil go'sht va ishlov berilgan kraxmallarni kamaytirishni anglatadi. Buning o'rniga ular ko'proq butun oziq-ovqatlar, masalan, sabzavotlar, mevalar va to'liq donlarni tavsiya qilishlari mumkin. Protein uchun, ular ko'proq baliq va yengil tovuqni tavsiya qilishlari mumkin.

Jismoniy faollik: Doimiy ravishda o'rtacha intensivlikdagi jismoniy faollik yordam beradi. Bu, glukozaning energiya sifatida ishlatilishini oshiradi va mushaklarning insulin sezgirligini yaxshilaydi.

Ortib ketgan vazni yo'qotish: Ba'zi hollarda, vazn yo'qotish insulin rezistensiyasini yaxshilashga yordam berishi mumkin.

Dietaning Insulin Rezistensiyasiga Ta'siri-Glekemik indeks (GI) – bu qon shakarini qanday o'zgartirishi haqida ma'lumot beruvchi vosita bo'lib, qaysi oziq-ovqatlarning qon shakariga eng katta ta'sir qilishini aniqlashga yordam beradi.

**Xulosa va takliflar.** Tadqiqot natijalari insulin rezistensiyasi (IR) bugungi kunda global miqyosda ham, O'zbekiston sharoitida ham metabolik va endokrinologik muammolarning asosiy omillaridan biri ekanligini ko'rsatdi. IR 2-tip qandli diabet, yurak-qon tomir kasalliklari, metabolik sindrom va reproduktiv salomatlik buzilishlarining rivojlanishida yetakchi patogenetik halqa sifatida namoyon bo'lmoqda.

#### Asosiy ilmiy xulosalar:

1. Epidemiologik ma'lumotlarga ko'ra, so'nggi yillarda IR tarqalishi O'zbekiston hududida \*\*aholi guruhlarning 25–30%\*\*ida aniqlangan bo'lib, bu xalqaro ko'rsatkichlarga (AQSH – 32%, MENA mintaqasi – 28–35%) yaqin natija hisoblanadi.

2. Klinik kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, IR bilan bog'liq bo'lgan HbA1c darajasining ko'tarilishi ( $\geq 5.7\%$ ) 65–70% hollarda aniqlangan, HOMA-IR ko'rsatkichi esa bemorlarning 75–80%ida sezilarli oshgan.

3. Risk omillaridan noto'g'ri ovqatlanish (GI yuqori mahsulotlarni iste'mol qilish), jismoniy harakatsizlik va semirish yetakchi o'rin tutadi. Statistik tahlil natijalariga ko'ra, BMI  $\geq 30$  bo'lgan shaxslarda IR rivojlanish ehtimoli 2,8 baravar yuqori.

4. Uyqu yetishmovchiligi (kuniga  $< 6$  soat) va surunkali stress IR rivojlanish xavfini 1,5–2 baravar oshirishi kuzatildi.

5. Mahalliy shifoxona kuzatuvlari asosida IR bilan og'riq bemorlarning 40%ida metabolik sindrom, 18%ida PCOS, 22%ida yurak-qon tomir kasalliklari kuzatilgan.

#### Amaliy tavsiyalar:

##### 1. Profilaktika dasturlari:

– Aholining kamida 60–70%ini qamrab oluvchi yillik skrining dasturlarini joriy etish (HOMA-IR, HbA1c va lipid profil asosida).

– Xususan, semirish, diabet yoki IR xavfi yuqori bo'lgan shaxslar uchun 2 yilda kamida bir marta kengaytirilgan laborator tekshiruv o'tkazish.

##### 2. Oziqlanish bo'yicha tavsiyalar:

- Ratsionda yuqori GI mahsulotlarini 40%ga kamaytirish, past GI mahsulotlar ulushini esa kamida 60%ga yetkazish.
- Sutkalik kaloriya miqdorini nazorat qilish va hayvon yog‘lari ulushini 20%dan oshirmaslik.
- 3. Jismoniy faollik:
  - Haftasiga kamida 150 daqiqa aerob mashqlar (yugurish, yurish, suzish) bajarilishi majburiy me‘yor sifatida tavsiya etiladi.
  - Har bir bemor uchun individual jismoniy faollik dasturi ishlab chiqilishi kerak.
- 4. Tibbiy monitoring:
  - IR aniqlangan bemorlar uchun har 6 oyda bir marta HbA1c va HOMA-IR nazoratini yo‘lga qo‘yish.
  - Qandli diabet va metabolik sindromning oldini olish maqsadida muntazam uyqu va stress boshqaruvi dasturlarini sog‘liqni saqlash muassasalarida amaliyotga tatbiq etish.
- 5. Farmakoterapiya:
  - O‘rtacha va og‘ir IR holatlarida metformin kabi insulin sezuvchanligini oshiruvchi preparatlarni shifokor nazorati ostida qo‘llash.
  - Dori-darmonlar faqat turmush tarzini o‘zgartirish bilan birgalikda natija berishini keng targ‘ib qilish.
- 6. Ilmiy-tadqiqot yo‘nalishlari:
  - O‘zbekistonda IR epidemiologiyasini keng qamrovli milliy darajadagi ko‘p markazli tadqiqotlar asosida o‘rganish.
  - Mahalliy ovqatlanish odatlari va genetik omillarni hisobga olgan yangi tashxis va davolash protokollarini ishlab chiqish.

#### Yakuniy xulosa

Insulin rezistensiyasi – surunkali kasalliklarning rivojlanishida hal qiluvchi omil bo‘lib, uni erta aniqlash va kompleks boshqarish strategiyasi sog‘liqni saqlash tizimi uchun ustuvor yo‘nalishdir. Yuqoridagi tavsiyalar amalga oshirilsa, O‘zbekistonda qandli diabet va metabolik sindrom tarqalishini kelgusi 10 yilda kamida 15–20%ga kamaytirish mumkin.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. American Diabetes Association. (2024). Understanding Insulin Resistance. Retrieved from <https://diabetes.org/health-wellness/insulin-resistance>. Accessed 11/21/2024.
2. Centers for Disease Control and Prevention (U.S.). (2024). About Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. Last updated 5/2024. Retrieved from <https://www.cdc.gov/diabetes/about/insulin-resistance-type-2-diabetes.html>. Accessed 11/21/2024.
3. Freeman, A. M., Acevedo, L. A., & Pennings, N. (2023). Insulin Resistance. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Last updated 2024 Jan. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507839/>. Accessed 11/21/2024.
4. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (U.S.). (2018). Insulin Resistance & Prediabetes. Last updated 5/2018. Retrieved from <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/what-is-diabetes/prediabetes-insulin-resistance>. Accessed 11/21/2024.
5. The American Academy of Family Physicians. (2024). Insulin Resistance. Last updated 9/2024. Retrieved from <https://familydoctor.org/condition/insulin-resistance/>. Accessed 11/21/2024.
6. Chew NWS, Ng CH, Tan DJH, Kong G, Lin C, Chin YH, et al. The global burden of metabolic disease: Data from 2000 to 2019. *Cell Metab.* (2023) 35:414. doi: 10.1016/j.cmet.2023.02.003 [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
7. International Diabetes Federation . IDF diabetes atlas. 10th edn Vol. 2021. . Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; (2021). [Google Scholar]
8. Haj Bakri AAAT. Chronic disease risk factor surveillance: Qatar STEPS report 2012. Qatar: The Supreme Council of Health; (2013). [Google Scholar]
9. Elrayess MA, Rizk NM, Fadel AS, Kerkadi A. Prevalence and predictors of insulin resistance in non-obese healthy young females in qatar. *Int J Environ Res Public Health.* (2020) 17:5088. doi: 10.3390/ijerph17145088 [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
10. Diamanti-Kandarakis E, Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited: An update on mechanisms and implications. *Endocrine Rev.* (2012) 33:981–1030. doi: 10.1210/er.2011-1034 [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

---

**ФИЛОСОФИЯ ЗДОРОВЬЯ ТЕЛА И РАЗУМА: ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД  
К БЛАГОПОЛУЧИЮ****Ражабов Отабек Атоевич**Соискатель Бухарского государственного медицинского института  
кафедры превентивной медицины  
общественного здоровья и менеджмента здравоохранения[radjabov.otabek@bsmi.uz](mailto:radjabov.otabek@bsmi.uz)

ORCID 0009-0007-5710-1813)

**Зоиров Эркин Халилович**Д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой  
общественных наук и физической культуры  
Бухарского государственного технического университета[zoiroverkin76@mail.ru](mailto:zoiroverkin76@mail.ru)**Атоева Мохигуль Отабек кизи**Студентка III курса лечебного факультета Бухарского государственного  
медицинского института[atoeyvamoxigul@gmail.com](mailto:atoeyvamoxigul@gmail.com)

УДК 1 (091) (5):304.42

**Аннотация.** Современная наука всё больше обращает внимание на интегративный подход к понятию здоровья, рассматривая его как единство физического, психического и духовного состояний. В данной статье анализируются философские основания здорового образа жизни с точки зрения единства тела и разума, роль осознанности в профилактике стрессовых состояний, а также этические и культурные аспекты заботы о себе. Сопоставление традиционных философских концепций с современными научными данными позволяет выявить перспективы развития мультидисциплинарного подхода к пониманию здоровья.

**Ключевые слова:** здоровье, тело, разум, осознанность, интегративный подход, философия, медитация, стресс.

**TANA VA AQL SALOMATLIGI FALSAFASI: FAROVONLIKKA  
INTEGRATIV YONDASHUV**

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada salomatlik tushunchasi faqat tibbiy nuqtai nazardan emas, balki falsafiy, psixologik va madaniy jihatdan ham tahlil qilinadi. Integrativ yondashuvga ko'ra, insonning jismoniy va ruhiy holati o'zaro bog'liq bo'lib, salomatlikka erishish uchun aql, tan va his-tuyg'ular o'rtasidagi muvozanat muhim ahamiyatga ega. Muallif G'arb va Sharq falsafasi, zamonaviy psixologiya, neyroilm va psixosomatika sohasidagi ilmiy tadqiqotlarni tahlil qiladi. Tana va aql o'rtasidagi birlik g'oyasi integrativ tibbiyot, mindfulness (onglilik) amaliyoti va ekzistensial terapiya asosida yoritiladi. Natijada, inson farovonligiga kompleks yondashuv zarurligi asoslab beriladi.

**Kalit so'zlar:** falsafa, salomatlik, aql va tana birligi, psixosomatika, neyroilm, integrativ tibbiyot, mindfulness, ruhiy farovonlik

**Введение.** Здоровье традиционно воспринимается как отсутствие болезней, однако современные исследования демонстрируют его многомерность, охватывая не только физиологические, но и психосоциальные аспекты. Философия здоровья, утверждающая неразрывную связь тела и разума, получает поддержку как в трудах античных мыслителей (Платон, Аристотель), так и в современных исследованиях по психофизиологии и нейронаукам. Вопрос о здоровье как философской категории сегодня выходит за рамки биомедицины, включая в себя аспекты ментального, эмоционального и духовного благополучия. Интегративный подход объединяет философские традиции Востока и Запада, а также современные научные исследования, что делает тему особенно актуальной в условиях роста психосоматических заболеваний и стрессовой перегрузки населения.

Цель данной статьи – рассмотреть философско-научное понимание здоровья, раскрыть сущность понятий «тело», «разум» и их синергетического взаимодействия,

а также проанализировать практические рекомендации, вытекающие из этого подхода.

**Литературный обзор.** Античные философы утверждали, что душа и тело составляют неделимую систему, где гармония между ними является залогом добродетельной жизни. Такой взгляд нашёл отражение в трудах восточных философских систем, где ментальное и физическое состояние рассматриваются как единое целое. Современная философская мысль продолжает традицию, интегрируя концепты осознанности, медитации и регуляции эмоционального состояния в понятие здоровья.

Современные исследования подтверждают влияние психических состояний на физиологические процессы: хронический стресс, депрессия и тревожность могут способствовать развитию сердечно-сосудистых заболеваний, ослаблению иммунной системы и нарушению метаболизма. Положительные эмоциональные состояния, наоборот, способствуют выработке нейротрансмиттеров, улучшающих работу различных органов. Таким образом, концепция единства тела и разума является обоснованной с точки зрения нейрофизиологии и эндокринологии.

Античная философия задаёт основу единого подхода к телу и разуму. В трудах *Платона* [1] и *Аристотеля* [2] здоровье рассматривается как гармония внутренних компонентов человека. В стоицизме *Сенека*, *Эпиктет* здоровье связывается с состоянием внутреннего спокойствия и самообладания.

Современная философская антропология также подчеркивает необходимость ухода от дуализма Декарта. Например, *Дамасио* в работе "*Ошибка Декарта*" [3] утверждает, что эмоции и рациональность являются функциями телесного опыта.

В буддизме и индуизме здоровье определяется как баланс между телом, умом и духом. Практики медитации, пранаямы и хатха-йоги на протяжении тысячелетий служили инструментами восстановления этой гармонии. Исследования *Кабат-Зинна* [4] показывают, что регулярная практика *mindfulness* снижает уровень стресса и тревожности, улучшает концентрацию и даже влияет на биомаркеры (уровень кортизола, сердечный ритм и др.).

Психосоматика как область знаний показывает, что психические конфликты способны проявляться в теле. *Дамасио* [3], а также исследователи позитивной психологии *Селигман*, *Чиксентмихайи* [5] демонстрируют, что позитивные эмоции, целеустремлённость и социальная активность укрепляют как психологическое, так и физическое здоровье [6-10].

Интегративный подход в медицине *Э. Уэйл* и др. [11] рассматривает здоровье как динамическое равновесие, опирающееся на взаимосвязь между физиологией, психикой и образом жизни. В рамках экзистенциального подхода *В. Франкл* [12] здоровье связано с ощущением смысла жизни, что напрямую влияет на ментальное и телесное состояние человека.

Современные представления о здоровье тела и разума опираются на достижения психосоматики и нейронаук [13,14]. Психосоматический подход, развивавшийся с середины XX века, утверждает наличие прямой взаимосвязи между психологическими состояниями и соматическими проявлениями. Франц Александер, один из основателей психосоматической медицины, подчеркивал, что определённые эмоциональные конфликты могут приводить к заболеваниям таких органов, как желудок, сердце, кожа и др. [15].

Дальнейшее развитие этих идей связано с нейропсихологией. Исследования *Антонио Дамасио* опровергли картезианский дуализм, согласно которому разум и тело существуют независимо. В книге "*Ошибка Декарта*" он приводит эмпирические данные о том, что повреждения определённых участков мозга, ответственных за эмоциональную регуляцию, ведут к неспособности принимать рациональные решения [3]. Это подтверждает тот факт, что эмоции и когнитивные процессы тесно интегрированы в рамках телесной структуры.

С точки зрения нейрофизиологии, стресс активирует гипоталамо-гипофизарно-

адреналовую ось, увеличивая секрецию кортизола. Хроническое перенапряжение данной системы способно привести к износу организма, ослаблению иммунитета и даже ускоренному старению [16]. Исследования в области нейропластичности *LeDoux, Sapolsky* показывают, что устойчивые эмоциональные практики (например, медитация, работа с телом, психотерапия) могут изменять мозговую активность и способствовать восстановлению баланса между лимбической системой и префронтальной корой [17].

Также важное место занимает теория *Стивена Порджеса* — *поливагальная теория*, согласно которой автономная нервная система регулирует не только физиологические, но и социально-эмоциональные реакции. В частности, блуждающий нерв участвует в процессах расслабления, эмпатии и социальной вовлечённости [18].

Литературный обзор показывает, что философия здоровья тела и разума – это сложная междисциплинарная область, объединяющая традиции философии, психологии, медицины и культурологии. Интегративный подход позволяет сформулировать более полное и гуманистическое представление о здоровье, которое выходит за рамки клинической картины и включает в себя целостное понимание человека.

**Методы исследования.** Для анализа выбранной темы использован междисциплинарный подход, объединяющий методы философского анализа, психометрические исследования и биомедицинские эксперименты. Основными источниками данных стали:

- Классические труды философов античности и восточных мыслителей.
- Результаты эмпирических исследований, посвящённых влиянию стресса и положительных эмоций на физиологические параметры (например, уровень кортизола, сердечный ритм, иммунные маркеры).
- Современные публикации в области психофизиологии, нейронаук и социальной психологии.

Систематизация данных проводилась с применением методов контент-анализа, синтеза и сравнительного анализа концепций.

**Результаты и обсуждение.** Обзор эмпирических данных показал, что регулярная практика осознанности и медитации способствует снижению уровня стресса, улучшению работы сердечно-сосудистой системы и поддержанию гормонального баланса. Биохимический анализ, проведённый в ряде клинических исследований, указывает на снижение концентрации кортизола и увеличение уровня серотонина при соблюдении практик медитации и релаксации.

Философия здоровья не ограничивается лишь физиологическими аспектами, она имеет ярко выраженный этический и культурный компонент. Забота о теле и разуме воспринимается как проявление уважения к себе и окружающим, что находит отражение в общественных практиках, направленных на пропаганду здорового образа жизни, социальной поддержки и профилактики профессионального выгорания. Социальные исследования демонстрируют, что интеграция подобных практик в повседневную жизнь способствует снижению уровня агрессии, повышению качества межличностных отношений и укреплению социальной сплочённости.

Результаты исследования открывают перспективы для разработки программ общественного здравоохранения, учитывающих психологические и философские аспекты здоровья. Комплексные программы, направленные на улучшение осознанности, медитативные практики и физическую активность, способны существенно повысить качество жизни как отдельных лиц, так и общества в целом. Важно отметить необходимость междисциплинарного сотрудничества специалистов для дальнейшего исследования механизмов взаимосвязи тела и разума.

**Выводы.** Рассмотренная философия здоровья тела и разума демонстрирует необходимость интегративного подхода для полного понимания понятия здоровья. Гармоничное сочетание физических и психических аспектов позволяет не только улучшить качество жизни, но и создать основу для устойчивого развития общества.

Дальнейшие исследования в данной области могут содействовать разработке эффективных программ профилактики и оздоровления, а также способствовать формированию новой парадигмы в медицине и психологии.

### Список использованной литературы

1. Платон. Государство. - М.: Эксмо, 2020. - 416 с.
2. Аристотель. Никомахова этика. - СПб.: Азбука, 2018. - 205 с.
3. Дамасио А. Ошибка Декарта. Эмоции, разум и человеческий мозг. - М.: АСТ, 2019. - 352 с.
4. Kabat-Zinn J. *Full Catastrophe Living: Using the Wisdom of Your Body and Mind to Face Stress, Pain, and Illness*. - NY: Bantam Books, 1990.
5. Seligman M., Csikszentmihalyi M. *Positive Psychology: An Introduction* // *American Psychologist*. - 2000. - Vol. 55(1). - P. 5-14.
6. Бхагавад-гита / пер. В. Эрмана. - М.: Эксмо, 2015. - 288 с.
7. Тиг Нат Хан. Искусство жить осознанно. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. - 240 с.
8. Чопра Д. Совершенное здоровье. - М.: София, 2010. - 448 с.
9. Kabat-Zinn J. *Full Catastrophe Living*. - NY: Bantam Books, 1990.
10. Desikachar T.K.V. *The Heart of Yoga: Developing a Personal Practice*. — Inner Traditions, 1999.
11. Weil A. *Spontaneous Healing*. - New York: Ballantine Books, 1995.
12. Франкл В. Человек в поисках смысла. - М.: Прогресс, 2021. - 256 с.
13. Csikszentmihalyi M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. - NY: Harper Perennial, 1990.
14. Goleman D. *Emotional Intelligence*. - NY: Bantam Books, 1995.
15. Александер Ф. Психосоматическая медицина. - СПб.: Питер, 2003. - 320 с.
16. Sapolsky R. *Why Zebras Don't Get Ulcers*. - NY: Holt Paperbacks, 2004.
17. LeDoux J. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. - NY: Simon & Schuster, 1998.
18. Porges S. *The Polyvagal Theory: Neurophysiological Foundations of Emotions, Attachment, Communication, and Self-regulation*. - NY: Norton, 2011.

### QASHQADARYO VILOYATI HUDUDIDAGI IXODIDAE OILASI KANALARINING FAUNASI VA HAYVONLARNING ZARARLANISH MIQDORI

**Mirzayeva Adolat**

O'zR FA Zoologiya instituti

**Normatov Jasur**

O'zR FA Zoologiya instituti

**Shapaotov Ro'ziboy**

O'zR FA Zoologiya instituti

**S.N.Turgunov**

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti

**Sh.X.Odilova**

Toshkent tibbiyot akademiyasi

[jasurn359@gmail.com](mailto:jasurn359@gmail.com)

ORCID 0009-0006-4581-742X

UDK 619:576.895.42

**Annotatsiya.** Mazkur tadqiqot Qashqadaryo viloyati hududida qishloq xo'jaligi va yovvoyi hayvonlardan Ixodidae oilasiga mansub kanalar turlarining tarqalishini o'rganishga bag'ishlangan. Olingan natijalarga ko'ra, Hyalomma, Rhipicephalus va Haemaphysalis avlodlariga mansub jami 6 tur kanalarga duch kelindi. Ular orasida **Hyalomma scupense** turi umumiy yig'ilgan namunalar orasida 28% ulush bilan dominant tur sifatida ajralib turdi. Tadqiqot davomida turli hayvon turlarida kanalar bilan zararlanish darajasi aniqlanib, **Ovis aries** (qo'y)da 10,4% yuqori darajadagi zararlanish, **Hemiechinus auritus** (tipratikan)da esa 2,8% past darajadagi zararlanish holatlari qayd etildi. Olingan ma'lumotlar viloyatdagi kanalar biologiyasi va ularning hayvonlar salomatligiga ta'sirini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo'lib, kelgusida profilaktik choralarni ishlab chiqishda asos bo'la oladi.

**Kalit so'zlar:** Hyalomma, Rhipicephalus, Haemaphysalis, kana, zararlanish, ixodid kenalar, parazitologiya.

## FAUNA OF IXODIDAE TICKS AND THE RATE OF ANIMAL INFESTATION IN CERTAIN AREAS OF THE QASHQADARYO REGION

**Abstract.** This study investigates the distribution of tick species belonging to the Ixodidae family found on agricultural and wild animals in the Kashkadarya region. The results revealed six tick species from the genera *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, and *Haemaphysalis*. Among them, *Hyalomma scupense* was identified as the dominant species, accounting for 28% of all collected specimens. The infestation levels varied among host species: *Ovis aries* (sheep) showed the highest infestation rate at 10.4%, while *Hemiechinus auritus* (long-eared hedgehog) showed the lowest at 2.8%. These findings provide important insights into the tick fauna of the region and their potential impact on animal health. The data obtained may serve as a scientific basis for developing effective preventive and control measures against tick-borne diseases in the region.

**Keywords:** *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis*, tick, infestation.

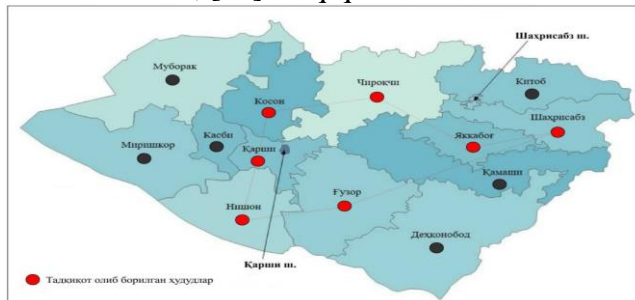
**Kirish.** Ixodidae kanalari butun dunyo bo'ylab keng tarqalgan, vaqtinchalik obligat gematofaglar bo'lib, umurtqali hayvonlar ektoparaziti hisoblanadi [6,8]. Iqlim o'zgarish jarayonlari biologik obyektlarning hayotiy faolligiga, shu jumladan, parazitlar tizimlar vakillarining tarqalishi va ular sonining o'zgarishiga olib kelishi kuzatilmogda [5]. Jumladan, ushbu oila vakillari ko'plab yuqumli va parazitlar kasalliklar qo'zg'atuvchilarining tashuvchilari sifatida zoologlar, parazitologlar, entomologlar, veterinariya va tibbiyot sohasi mutaxassislari diqqatini jalb etib kelmoqda [12]. So'nggi yillarda dunyo faunasida Ixodidae oilasiga mansub 900 ga yaqin kana turlari aniqlangan [7]. O'zbekiston faunasida esa ushbu oila vakillarining 23 ta turi uchrashligi keltirib o'tilgan [9].

Kanalar hujumining faol davrlarida hayvonlar nafaqat katta miqdordagi qonni yo'qotibgina qolmay, balki sut va go'sht unumdorligi ham kamayib, 86% gacha teri sifati pasayishiga olib keladi [1,3]. Kanalarning ommaviy hujumi intoksikatsiyaga olib kelib, natijada anemiya rivojlanishiga olib kelishi va hayvonning o'limiga sabab bolishi kuzatiladi [2,4]. Shu sababli bevosita kanalarning tarqalishi, ekologik va biologik xususiyatlarini batafsil o'rganish hamda ularga qarshi samarali kurash choralarini ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi [10].

Ushbu tadqiqot ishini maqsadi respublikamizning Qashqadaryo viloyati hududidagi qishloq xo'jaligi va yovvoyi hayvonlarning Ixodidae oilasi kanalari bilan zararlanish miqdorini va ularning tur tarkibini aniqlashdan iborat.

**Material va usullar.** Tadqiqot ishlari 2025-yilning bahor mavsumida Qashqadaryo viloyati hududida olib borilgan. Viloyatning Koson, Chiroqchi, Nishon, G'uzor, Yakkabog', Shahrisabz va Qarshi tumanlaridan 130 (bosh va nusxa) hayvonlar tekshirildi. Qoramol - 24 bosh, qo'y - 51 bosh, echki - 35 bosh, it - 13 nusxa va tipratikan - 7 nusxada tahlil qilinib, marshrut va statsionar usullar asosida, kanalarning 537 nusxasi yig'ib olindi (1-rasm).

Yig'ilgan kana namunalari 96 %li etil spirti eritmasiga solinib, markerlangan shisha va oddiy plastik idishlarda saqlandi. Kana namunalari O'zR FA Zoologiya institutining Umumiy parazitologiya laboratoriyasiga olib kelinib, identifikatsiya qilindi. Ixodidae oilasiga mansub kanalarning tur tarkibini aniqlash va morfologik xususiyatlarini o'rganish ishlari A.R. Walker va b., [11] tadqiqot ishlari asosida amalga oshirildi.



1-rasm. Tadqiqot olib borilgan hududning xaritasi (Qashqadaryo viloyati).

**Tadqiqot natijalari.** Tadqiqot olib borilgan hududlardagi qishloq xo‘jaligi va yovvoyi hayvonlarda Ixodidae oilasiga mansub Hyalomma avlodi kanalarining 3 tur, Haemaphysalis avlodi 1 tur va Rhipicephalus avlodi kanalarining 2 turi uchrashi qayd etildi. Jumladan, Hyalomma scupense Schulze, 1919., H. marginatum Koch, 1844., H. dromedarii Koch, 1844., Haemaphysalis punctata Canestrini & Fanzago, 1878., Rhipicephalus sanguineus (Latreille, 1806)., Rh. turanicus Pomerantzev, 1940., turlari uchrashi aniqlandi (1-jadval).

1-jadval.

**Qashqadaryo viloyati hududida Ixodidae oilasiga mansub kanalarning hayvonlarda uchrashi**

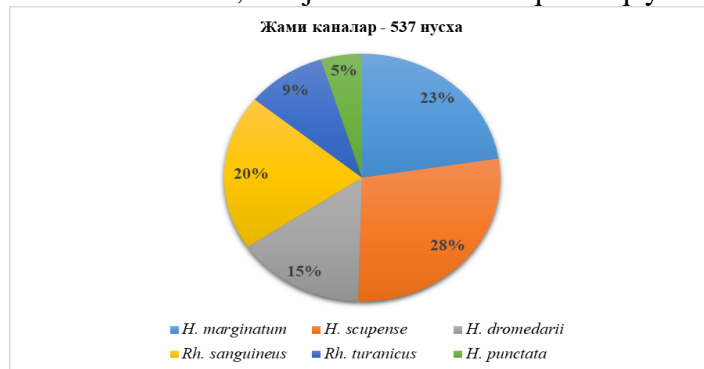
Kana turlari	Hayvonlar nomlari va kanalarning uchrashi				
	<i>Bos taurus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Canis lupus familiaris</i>	<i>Hemiechinus auritus</i>
<i>Hyalomma marginatum</i>	+	+	-	+	-
<i>Hyalomma scupense</i>	+	+	+	+	+
<i>Hyalomma dromedarii</i>	+	+	-	-	-
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	+	+	+	+	+
<i>Rhipicephalus turanicus</i>	-	-	+	+	-
<i>Haemaphysalis punctata</i>	-	-	-	-	+

Tadqiqot davomida tekshirilgan qishloq xo‘jaligi va yovvoyi hayvonlarning Ixodidae oilasi kanalari bilan zararlanish ko‘rsatkichlariga ko‘ra, *Bos taurus* (qoramol) – 8,6%, *Ovis aries* (qo‘y) – 10,4%, *Capra hircus* (echki) – 7,7%, *Canis lupus familiaris* (it) – 6,2%, *Hemiechinus auritus* (tipratikan) – 2,8% ni namoyon qilishi aniqlandi (2- rasm).



2-rasm. Qishloq xo‘jaligi va yovvoyi hayvonlarning Ixodidae oilasi kanalari bilan zararlanish ko‘rsatkichlari.

Hayvonlardan yig‘ilgan jami Ixodidae oilasi kanalarining turlar kesimida taqsimlanishiga ko‘ra, *Hyalomma scupense* 28% ni, *Hyalomma marginatum* 23%, *Hyalomma dromedarii* 15%, *Rhipicephalus sanguineus* 20%, *Rhipicephalus turanicus* 9%, *Haemaphysalis punctata* esa 5% ni tashkil etishi aniqlandi. Umumiy yig‘ilgan kanalarining 28% ni *H. scupense* turi tashkil etib, son jihatdan ustunlik qilishi qayd etildi (3- rasm).



3-rasm. Ixodidae oilasi kanalarining turlar kesimida taqsimlanishi.

Qashqadaryo viloyati hududidagi tumanlar kesimida Ixodidae kanalarining

taqsimlanishiga doir tadqiqot ishlari amalga oshirilib, turlarning xilma-xilligi borasida Nishon tumanida - 5 tur; Koson - 5 tur; Chiroqchi - 4 tur; Yakkabog' - 3 tur; G'uzor - 3; Qamashi - 2 tur va Shahrisabz tumanida - 2 tur kanalar uchrashi kuzatildi (2-jadval).

2-jadval.

*Hududlar kesimida Ixodidae oilasi kana turlarining taqsimlanishi*

Kana turlari	Tumanlar						
	Koson	Chiroqchi	Nishon	G'uzor	Yakkabog'	Shahrisabz	Qamashi
<i>Hyalomma marginatum</i>	+	+	+	-	+	-	-
<i>Hyalomma scupense</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hyalomma dromedarii</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>Rhipicephalus turanicus</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Haemaphysalis punctata</i>	-	-	+	+	-	-	-
Жами:	5	4	5	3	3	2	2

Izoh : (+ kanalar uchragan, - uchramagan).

**Xulosa.** Qashqadaryo viloyati hududida Ixodidae oilasiga mansub 3 ta avlodga tegishli 6 tur kanalar uchrashi aniqlandi. Jumladan, *Hyalomma scupense*, *H. marginatum*, *H. dromedarii*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rh. turanicus*, *Haemaphysalis punctata* turlari uchrashi qayd qilinib, qoramol, qo'y, echki, it va tipratikanlarda parazitlik qilishi aniqlandi. *Hyalomma scupense* turi umumiy yig'ilgan kanalarning 28% ni tashkil etib, boshqa turlarga nisbatan dominantlik qilishi qayd etildi. Ushbu oila vakillari bilan hayvonlarning ko'p miqdorda zararlanishi *Ovis aries* (qo'y) - 10,4%, kam miqdorda zararlanishi esa *Hemichinus auritus* (tipratikan) - 2,8% ekanligi aniqlandi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Акбаев М. Ш., Васильевич Ф. И., Акбаев Р. М., Малофеева Н. А., Сипляев А. И., Шабатин В. Н. Методы борьбы с гнусом и иксодовыми клещами в хозяйствах Рязанской области // Ветеринария. – М., 2004. – № 10. – С. 29–32.
2. Павловский Е. Н. Природная очаговость трансмиссивных болезней. – М., 1964. – 211 с.
3. Поспелова-Штрот М. В. К методике кормления клещей Ixodidae в лаборатории // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – М., 1941. – № 4. – С. 433–436.
4. Сафиуллин Р. Т. Экономическое значение паразитарных болезней крупного скота // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2002. – Вып. 3. – 299 с.
5. Шапаотов Р. К., Мирзаева А. У. Фауна клещей рода *Rhipicephalus* Koch, 1844 Северо-Восточного региона Узбекистана и влияние факторов окружающей среды на их онтогенез // Научное обозрение. Биологические науки. – М., 2024. – № 4. – С. 67–73.
6. Aboelhadid S.M., Arafat W.M., Mahrous L.N., Fahmy M.M., Kamel A.A. Molecular detection of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *annulatus* resistance against deltamethrin in middle Egypt // Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2018. – P. 198-204.
7. Barker S.C., Murrell A. Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. Parasitology, 2004. - №129.- P. 15–36.
8. Guglielmone A.A., Robbins R.G., Apanaskevich D.A., Petney T.N., Estrada-Pena A., Horak I.G., Shao R., Barker S.C. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari:Ixodidae) of the world: a list of valid species names // Zootaxa, 2010. - V.2528. – P. 1-28.
9. Rasulov I. Tick status in Central Asia with a special emphasis on Uzbekistan // Parasitology Research, 2007.-№101.-P. 183-186. doi:10.1007/s00436-007-0691-8.
10. Tukhtaev Kh.R., Mirzaeva A.U., Akramova F.D., Khamidov O., Shapaotov R.K., Esonboev J.R., Saidova Sh.O., Ionică A.M., Bhadra K. Development of concentrated emulsions of alcoholic extract of bitter almonds as effective acaricides against *Rhipicephalus turanicus* ticks // Advances in Animal and Veterinary Sciences. - Burnley, 2025.- Vol. 13, No. 2.- P. 423-430.
11. Walker A.R., Bouattour A., Camicas J.L., Estrada-Peña. A., Horak I.G., Latif A.A., Pegram R.G., Preston P.M. Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species // Bioscience Reports, Edinburgh, 2003. - P. 219-227.
12. Yarmuxamedova N.A., Mirzayeva A.U., Akramova F.J. Samarqand viloyati turli hududlarida kanali riketsiyaning tarqalishi // "Biomeditsina va amaliyot" jurnali. – Toshkent, 2022. Maxsus son (103). - B. 447-452.

---

**BIOECOLOGICAL ASPECTS AND MORPHO-FUNCTIONAL RELATIONSHIPS OF NEMATODES OF THE GENUS *HAEMONCHUS* (COBBOLD, 1898) IN THE PARASITE-HOST SYSTEM**

---

**Abramatov Makhamadi Boykabulovich**

Termez State University

[mabramatov@bk.ru](mailto:mabramatov@bk.ru)

ORCID 0000-0001-7215-965X

**Ruziev Bakhtiyor Khushmuratovich**

Karshi State University

[bruziev@list.ru](mailto:bruziev@list.ru)

ORCID 0000-0003-1991-1800

UDK 595.132:576.8:619

**Abstract.** Representatives of the genus *Haemonchus* differ significantly from other trichostrongylids by their relatively large size. The following species of *Hemonchus contortus*, *H. placei*, and *H. longistipes* have been recorded in ruminants of Uzbekistan.

The development of these species proceeds without the participation of an intermediate host, i.e. according to the strongylid type. Females lay a large number of eggs, which are released into the external environment with feces. Studies have shown that hemonchs live on the mucous surface of the abomasum, while their concentration was greatest in the fundal and cardiac parts.

This self-regulation of strongylate is closely related to the ecology of helminths and their hosts and, of course, is not always clearly manifested in experiments and may be disrupted in natural conditions. In the latter case, the hemonch either do not take root in their hosts, or such parasite–host relationships develop in which animals are excessively overpopulated with hemonch and become seriously ill.

Currently, 13 species of the considered genus parasitizing the abomasums of ungulate animals have been recorded. The ungulates of the family of Cervidae (1) Antilocapridae (1), Giraffidae (1), Bovidae (12) and Camels (2) were recorded as definitive hosts of this parasite. Individual populations of the *Haemonchus* species were recorded in Asia, Europe, America, Africa and Australia. Sex ratio in *Haemonchus contortus* between females and males is 1:5. One female lays from 150 to 10.000 eggs per day.

**Keywords:** *Haemonchus*, nematodes, parasite–host system, bioecological aspects, morpho-functional relationships.

**PARAZIT-XO‘JAYIN TIZIMIDAGI *HAEMONCHUS* (COBBOLD, 1898) AVLODI NEMATODLARINING BIOEKOLOGIK ASPEKTLARI VA MORFO-FUNKSIONAL ALOQALARI**

**Annotatsiya.** *Haemonchus* avlodining vakillari nisbatan katta hajmda bo‘lishligi bilan boshqa trichostrongilidlardan sezilarli darajada farq qiladi. O‘zbekistonning kavsh qaytaruvchi hayvonlarida quyidagi turdagi gemonlar qayd etilgan: *Haemonchus contortus*, *H. placei* va *H. longistipes*.

Ushbu turlarning rivojlanishi oraliq xo‘jayin ishtirokisiz davom etadi, ya‘ni strongilid tipida. Urg‘ochilar ko‘p miqdordagi tuxum qo‘yadilar, ular najas bilan tashqi muhitga chiqariladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, gemonxlar shirdon qorinning shilliq qavatida yashaydi, ularning konsentratsiyasi fundal va kardial qismlarida eng yuqori bo‘lgan.

Ushbu strongilatlar o‘zini o‘zi boshqarishda gelmintlar va ularning xo‘jayinlari ekologiyasi bilan chambarchas bog‘liq, albatta, har doim ham tajribalarda aniq namoyon bo‘lmaydi va tabiiy sharoitda buzilishi mumkin. Ikkinchi holda, gemonxalar xo‘jayinlarda ildiz otmaydi yoki bunda parazit–xo‘jayin munosabatlari rivojlanadi, bunda hayvonlar gemonxalar bilan haddan tashqari ko‘payib, og‘ir kasal bo‘lib qolishadi.

Hozirgi vaqtda tuyoqli hayvonlarning oshqozon-ichak tizimida parazitlik qiluvchi ushbu avlodning 13 turi qayd etilgan. Cervidae (1) Antilocapridae (1), Giraffidae (1), Bovidae (12) va Camels (2) oilasiga mansub tuyoqli hayvonlar ushbu parazitning aniq xo‘jayini sifatida qayd etilgan. *Haemonchus* turlarining alohida populyatsiyalari Osiyo, Yevropa, Amerika, Afrika va Avstraliyada qayd etilgan. Jinslar o‘rtasidagi *Haemonchus contortus*dagi jins nisbati 1:5. Bir urg‘ochi kuniga 150 dan 10 000 tagacha tuxum qo‘yadi.

---

**Kalit soʻzlar:** Haemonchus, nematodlar, parazit-xoʻjayin tizimi, bioekologik jihatlar, morfo-funksional munosabatlar.

**Introduction.** It is well known that the need to elucidate the mechanisms of parasite adaptation to changing environmental conditions and functional relationships between partners is of great interest for optimizing methods and developing disease prevention tools.

Consequently, knowledge of the mechanisms of formation of helminth faunal complexes will make it possible to determine the distribution areas of the parasite across hosts, study the population structure and determine the interaction between hosts and parasites, and predict the basis for identifying biotic and abiotic determinants of parasite-host communities. The availability of information on the biological diversity of helminths is a critical basis for determining responses under the prevailing conditions of ecological change in the parasite-host system.

In addition, knowledge of the mechanisms of regulation of the number of parasites is possible mainly at the population level, since the latter is a form of existence of the species.

Currently, according to the literature data [1,6,7,8,9,10] and materials of our own research, 13 species of nematodes of the genus *Haemonchus* Cobbold, 1898, parasitizing the abomasum of ungulates, are registered in the world fauna. Ungulates of the families Bovidae (12 species), Cervidae (1 species), Giraffidae (1 species), Antilocapridae (1 species), and Camelidae (2 species) were identified as definitive hosts. Individual populations of hemonchus species have been recorded in the ecosystems of Asia, Europe, America, Africa, and Australia.

These nematodes are also widespread in the biogeocenoses of Uzbekistan and are recognized as the most pathogenic ruminant helminths. The losses caused to animal husbandry by these parasites are significant [1, 2, 3, 4, 5, 9].

Questions of bioecology and morpho-functional relationships of nematodes of the genus *Haemonchus* Cobbold, 1898 in the "parasite-host" system are still insufficiently studied.

**Materials and methods.** When studying the species composition and morphology of hemonchs, the methods described by K.I. Scriabin et al. and V.M. Ivashkin were used. The size of the body and individual organs of the hemonch was determined according to a generally accepted method. Before detection, the nematodes were placed for 6-7 hours in a clarifying mixture consisting of equal parts glycerol and lactic acid. The collected material was placed in vials, preserved in Barbagallo liquid and 70% ethanol, and labeled for storage in the collection of General Parasitology at the Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

In a number of farms and dehqan farms in the republic, caprological studies using the Berman-Orlov method and sequential rinsing were carried out.

The eggs were obtained from fresh feces from naturally infected animals and studied using the generally accepted methods of Berman and Orlov. To determine the degree of infection of ruminants with nematodes, studies were conducted using methods of complete helminthological autopsies of individual organs according to K.I. Scriabin.

The ML 2000 microscopes with a digital camera, Olympus CX31 and Olympus CK2 were used in the work. The data analysis and static processing were performed using Microsoft Office Excel 2003 and BioStat 2007 software. The material was eggs and sexually mature individuals of *Haemonchus contortus* from spontaneously infected sheep in Uzbekistan.

**Results. Morphological characteristics of nematodes of the genus *Haemonchus* Cobbold, 1898.**

The size of nematode eggs, for the most part, depends on the characteristics of their development. Haemonch eggs do not contain a large amount of nutrient material,

since they develop only until the larvae of the first stage appear. Egg sizes: length  $82.3 \pm 0.35$  and width  $41.9 \pm 0.34$  microns.

Invasive haemonch larvae are characterized by the following characteristics: the size of the esophagus, intestines and tail end, the number and shape of intestinal cells. Larvae are small in size: 0.7-0.8 mm long, with a thread-like tail end. The esophagus is relatively short and is 0.15–0.17 mm. Intestinal cells 14, triangular in shape. The last two intestinal cells are of unequal length and spindle-shaped. The excretory opening is located at the posterior end of the body.

**Morphology of males and females of *Haemonchus contortus* Rudolphi, 1803.**

**Male.** The body length is  $20.31 \pm 0.43$  mm, the maximum width near the base of the bursa is  $351 \pm 10.52$  microns. The length of the esophagus is  $1.82 \pm 0.04$  microns. The nerve ring is located at a distance of  $261 \pm 7.62$  microns, and the excretory opening is  $301.3 \pm 7.47$  microns from the anterior end of the body. The length of the left spicule is  $509.9 \pm 7.95$  microns, and the length of the right spicule is  $511.5 \pm 7.91$  microns. Each spicule has in the tapering part one sharp, like a harpoon, spike located at a different distance from the distal end: in the right spicule  $53 \pm 0.72$  microns, in the left  $22.2 \pm 0.47$  microns. The stem is brown, slightly lighter than the spicules, shuttle - shaped shuttle-shaped, and  $271.7 \pm 5.21$  microns long (Figure 1).

**The female.** Female hemonchs, like other nematodes, are characterized by monotonous morphology. Body length  $29.6 \pm 0.51$  mm, maximum width  $647 \pm 16.07$  microns. The length of the esophagus is  $2.2 \pm 0.07$  mm. The nerve ring is located at a distance of  $285.1 \pm 7.88$  microns, and the excretory opening is  $309.5 \pm 5.93$  microns from the anterior end of the body. The vulva is located at a distance of  $4.05 \pm 0.11$  mm from the posterior end of the body, and is equipped with a powerful lingual valve. The length of the front funnel is  $309.6 \pm 14.31$  microns, and the length of the rear funnel is  $286.3 \pm 15.04$  microns. The length of the anterior sphincter is  $205.9 \pm 10.51$  microns, and the length of the posterior sphincter is  $206.2 \pm 10.28$  microns. The egg thrower is well developed,  $398.1 \pm 3.6$  microns in length. Tail length  $449.5 \pm 31.12$  microns. Egg length  $82.3 \pm 0.35$  microns, width  $41.9 \pm 0.34$  microns (Figure 3).

**Morphology of males and females of *Haemonchus placei* Place, 1893.**

**Male.** Body length  $20.37 \pm 0.35$  mm, maximum width (near the base of the bursa)  $368.25 \pm 8.87$  microns. The length of the esophagus is  $1.89 \pm 0.04$  microns. The nerve ring is located at a distance of  $282.7 \pm 7.42$  microns in the anterior part of the body. And the excretory opening is  $310.7 \pm 4.97$  microns. The length of the knuckle is  $243.24 \pm 7.35$  microns. The length of the left spicule is  $539.7 \pm 6.56$  microns, and the length of the right spicule is  $540.2 \pm 6.42$  microns. Each spicule has a spike. The length of the left spicule from the hook to its distal end is  $29.67 \pm 0.74$  microns, and the length of the right spicule is  $58.94 \pm 0.91$  microns (Figure 2)

**The female.** Body length  $29.8 \pm 0.53$  mm, maximum width  $644.5 \pm 13.1$  microns. The length of the esophagus is  $2.24 \pm 0.06$  mm. The nerve ring is located at a distance of  $282.25 \pm 7.89$  microns, and the excretory opening is  $325 \pm 7.78$  microns from the anterior end of the body. The vulva is located at a distance of  $6.5 \pm 0.09$  mm from the posterior end of the body. The length of the front funnel is  $334.8 \pm 15.71$  microns, and the length of the rear funnel is  $272.2 \pm 10.2$  microns. The length of the anterior sphincter is  $219.4 \pm 8.56$  microns, and the length of the posterior sphincter is  $220.2 \pm 8.33$  microns. The length of the egg thrower is  $540 \pm 7.63$  microns. The tail length is  $416 \pm 4.15$  microns. Egg length  $82.1 \pm 0.32$  microns, width  $41.6 \pm 0.36$  microns (Figure 4).

Investigating the morphological features of hemonchs, we found that in *H. placei* the spicules are curved slightly to the right, and its outer edge from the hook to the tip of the left spicule is convex, whereas in *H. contortus* the spicules are straight, and the outer side from the hook to the tip of the left spicule is concave. As for females, *H. placei* has

the majority of individuals with a hemispherical outgrowth on the side of the vulva, while *H. contortus* has females with a tongue-shaped valve. Other types of females are also found, as in *H. placei*. In *H. placei* females, compared to *H. contortus* females длиннее, the ovipositor is  $540 \pm 7.63$  microns longer (= ovipositor reservoir with sphincters) and the vulva and anus are located further from the caudal end of the body. Thus, we state these two types as independent.

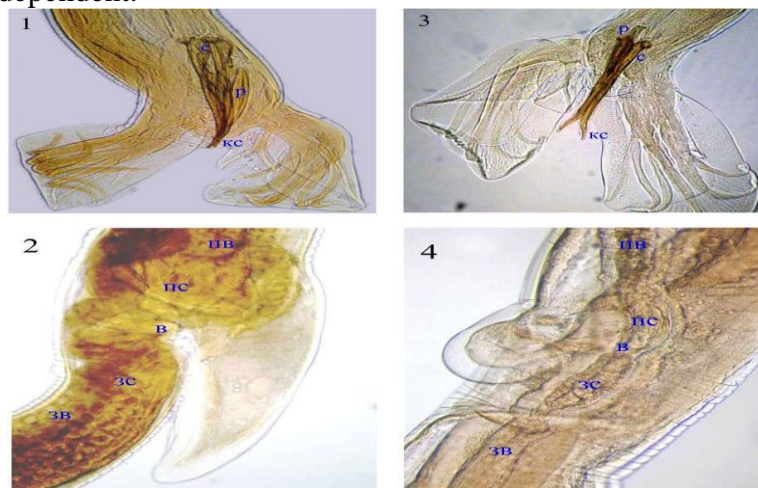


Figure 1 and 3. Tail ends of males: *H. contortus* Rudolphi, 1803 and *H. placei* Place, 1893:

k– knuckle, es - end of the spicule, s–spicules;

Figure 2. and 4. Tail ends of females (vulva area): *H. contortus* and *H. placei*:

as–anterior sphincter, af–anterior funnel, sf–posterior funnel, ps–posterior sphincter, v–vulva;  
(eyepiece 10, lens 40, original)

Studies have shown that hemonchs live on the entire mucosal surface of the abomasum of sheep. At the same time, the majority of *Haemonchus contortus* individuals were concentrated in the fundal and cardiac parts *Haemonchus* of the abomasum. To study the sex ratio, the sex index (SE) was determined, i.e. the ratio of the number of females to males of the studied species over a certain period of time. In common, less prolific species, IP changed more significantly by season. In April-June, August-October, and later, the IP of *H. contortus* increased to 2.0-3.0, fluctuating from 0.3 to 2.8 during the year. In *H. contortus*, the number of females during the year is 3 times greater than that of males. This ratio of females to males is 1: 5.

Thus, the sex index is high in populations with a significant number of individuals of both sexes. In *H. contortus*, it is often higher than 2.5 and is maximal in the seasons when the environment has the most favorable conditions for the development of free-living forms of hemonch, and their abundance in the hosts reaches maximum values. It should be noted that the higher the fecundity of females, the lower its sex index and vice versa.

The fecundity of hemonchs can be judged by the number of eggs laid by one female per day, or by the number of eggs that are found in 1 g of animal feces per individual or female of the species. When examining animals for the presence of intestinal strongylates, it was found that the most prolific are hemonchs. One female lays 150 to 10,000 eggs per day.

The above data indicate that the fecundity of hemonchs varies significantly. 30-45 eggs were found in 1 g of animal feces per female.

When calculating the ratio of the number of sexually mature individuals of *H. contortus* and the number of their eggs in one ball of sheep feces weighing 0.3-0.5 g, it turned out to be 1: 1.2.

According to our observations, *H. contortus* females lay 6-8 times more eggs than *Trichostrongylus spp.* or *Ostertagia spp.*

The fluctuations in the fecundity of hemonchs noted by us and many other researchers depended on a number of reasons, among which, first of all, we should

highlight the factors that determine the season of the year. The leading ones, apparently, are the temperature and humidity of the environment, because in the season when these climatic factors were most favorable for the development of free-living hemonch larvae. The latter, having reached sexual maturity, laid a large number of eggs. This is confirmed to a certain extent by our studies on the seasonal dynamics of hemonchs and special experiments.

Studies have shown that the fecundity of hemonchs is correlated with the body size and age of female nematodes.

The fecundity of females undoubtedly depended on age. Females of *H. contortus* begin to lay the maximum number of eggs in 30-40 days after infection of animals. This rise depends on the type of helminth, the intensity of immunological reactions caused by it in the host, and many other reasons that are not always clear and lasts from 6-9 days to 1-2 months. After that, the number of eggs gradually decreases and, finally, their allocation completely stops.

We noted a sharp increase in the fecundity of hemonchs in spring, after sheep eat young grasses.

Thus, it can be assumed that the daily egg production of hemonchs varies seasonally, which depends on the reproductive activity of nematodes.

Hemonchae develop without intermediate hosts, i.e. they belong to monoxene helminths. Larvae emerging from eggs develop in the external environment. They are not very resistant to drying. In the biogeocenoses of Uzbekistan, they survive for 2-3 days in summer, up to 65 days in spring, and up to 5 months in autumn and winter, when the air and soil temperature are low and humidity is high. (Figure 5)

**Discussion.** Highly productive strongilates, i.e. hemonchs, either survive relatively short in their hosts, or their embryos are weakly resistant to environmental factors and do not last long here than the same embryos of low-fruited strongilates. At the same time, gemonkhs theoretically have the same chances of getting into the host and populating them to such an extent that it does not pose a threat to the animal and, ultimately, to the gemonkhs themselves. Hemonches are self-regulating organisms in which, as already noted, even the sex ratio is directly proportional to the fecundity of their females.

The above-mentioned self-regulation of strongylates is closely related to the ecology of helminths and their hosts and, of course, is not always clearly manifested in experiments and can be disturbed in natural conditions. In the latter case, hemonchs either do not take root in their hosts, or such parasite-host relations develop, in which animals are excessively overpopulated with hemonchs and become seriously ill.

In this regard, we believe that any anti-helminthic measures should begin with an ecological analysis of a specific parasitological situation and, first of all, with the identification and elimination of the causes that cause disruption of hemonch self-regulation in ecosystems that also include these nematodes.

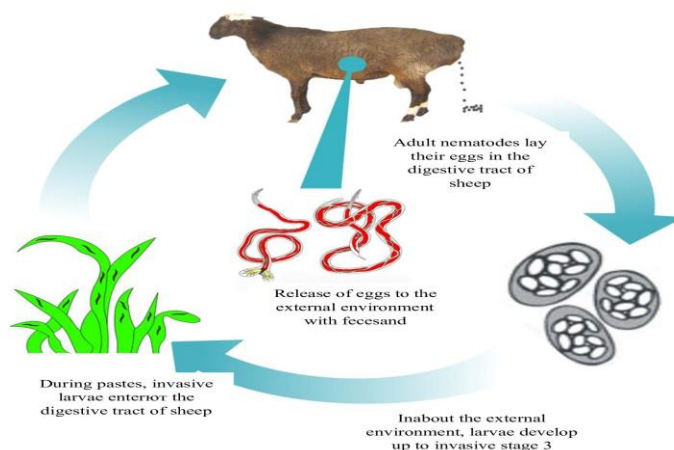


Figure 5. Development cycle of nematodes of the genus *Haemonchus* Cobbold, 1898 (original)

**Monitoring of the epizootic process in sheep hemonchosis.** One of the components of the epizootic process is the seasonal and age dynamics of sheep hemonchosis in the biogeocenoses of Uzbekistan. The first appearance of eggs and mature hemonchs in lambs under the age of one year was observed in October. At the same time, the extensiveness of the invasion was 8% at this time. By the end of autumn, the extent of the infestation increased to 20% and peaked in March (52%).

In April, hemonch eggs were found in 16% of the lambs examined, in May - in 12%. In the following months, the percentage of lambs infected with hemoncha decreased to 4%. In July, August and September, no hemonch eggs were found in lambs.

In adult sheep, an increase in hemonchosis is also observed in the spring. The maximum extent of infestation is significantly lower in them (34-36%) than in lambs (52%).

Based on the conducted studies, it was established that in the foothill zone, lambs' eggs and mature hemonchs appear for the first time in October, as well as in lambs in the desert zone. The infection rate is 6.7%.

It should also be noted that the intensity of infestation in adult sheep with hemonchs during this period is also high. As the results of the autopsy of a sheep showed, it was estimated in thousands of copies. During this period, up to 1000 hemonch specimens were found in the abomasum of one sheep. Starting from the second half of April, the extensiveness and intensity of the invasion of sheep by hemonchs decreases and in the summer months it drops to zero. In the autumn and especially in the winter periods of the year the hemonch infestation increases again in young animals located in the foothill zone of Uzbekistan.

Seasonal dynamics of hemonchosis in adult sheep is also characterized by a spring rise. When the extensiveness of the invasion reaches up to 56%, and the maximum intensity is 3972 instances. In May, there is a decrease in infestations (32%) and in the summer months it reaches zero. In autumn, there is a gradual increase in infestation (6-16.7%).

As for the clinical signs of hemonchiasis, it turned out that it manifests itself in sheep of the foothill and semi-desert zones at different times. In the semidesert zone, the mass disease and death of sheep from hemonchosis is observed in March, and in the foothill zone - in April.

The dynamics of sheep hemonchosis is directly dependent on the climatic and geographical conditions of pasture areas and on those external factors (temperature, humidity, etc.) that either inhibit or contribute to the development and preservation of invasive elements in the external environment.

The high infestation of sheep with hemonch in the spring period is due to the high saturation of the external environment (pasture) with invasive larvae, which creates favorable conditions for mass infection of animals. Mass infection of sheep during this period also contributes to the low resistance of animals to reinvasion.

The degree of invasiveness of different age groups of sheep varies widely. Apparently, this depends on the age-related and acquired immunity. The decrease in the extensiveness and intensity of invasion in the summer period is explained by the fact that animals, using rich pastures, acquire sufficient fatness and become more resistant to reinvasion. In addition, in the hot summer of Uzbekistan, hemonch larvae do not develop to the invasive stage and die under the influence of sunlight.

Comparison of the dynamics of sheep hemonchosis by year in both the desert and foothill zones of Uzbekistan indicates a constant trend of parasitization of hemonch in sheep in the autumn-winter and spring periods, with a single-peak peak in spring (March, April).

In order to prevent and eliminate sheep hemonchosis in farms, it is necessary to carry out a complex of organizational and economic, veterinary and sanitary and special

medical and preventive measures, taking into account the peculiarities of epizootology in specific regions.

### References

1. Abramotov M. B., Kuchboev A. E., Golovanov V. I. Parasitocenoses of abomasum sheep in terrestrial cenoses of Uzbekistan // Uzbek Biological Journal. Tashkent, 2010, no. 5, pp. 36-38.
2. Abramotov M.A., Kuchboev, B., Ruziev, Kh., Sobirov. Diversity of Gastrointestinal Nematodes in Domestic Ruminants of Uzbekistan // Pakistan J. Zool., vol. 54(5), pp 2445-2448, 2022 DOI: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20210629120602>
3. Demidov N. V. Helminthiasis of animals. Agropromizdat, Moscow: 1987, 335 p.
4. Ivashkin V. M., Oripov A. O., Sonin M. D. Determinant of helminths of small cattle // Nauka, Moscow: 1989, 255 p. (in Russian)
5. Oripov A. O. Trichostrongilidoses of sheep in Uzbekistan and measures to combat them // ADD. M.: 1983. 35 p.
6. Skryabin K. I., Shikhobalova N.P., Shultz R. S. Trichostrongylids of animals and humans // Publishing House of the USSR Academy of Sciences, Moscow: 1954. 683 p.
7. Scriabin K. I. Methods of complete helminthological autopsies of vertebrates, including humans. // MSU Publishing House, Moscow: 1928. 45 p.
8. Anderson R.C. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission // New York: CAB International, 2000. 650 p.
9. Lichtenfels J.R., Pilitt P.A., Hoberg E.P. New morphological characters for identifying individual specimens of *Haemonchus* spp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) and a key to species in ruminants of North America // Journal of Parasitology. 1994. – №80 (1). – P. 107-119.
10. Waller P.J., Chandrawathani P. *Haemonchus contortus*: Parasite problem No. 1 from Tropics - Polar Circle. Problems and prospects for control based on epidemiology // Tropical Biomedicine 2005. 22(2): 131-137.

### XORAZM VILOYATI BUG'DOY DALALARIDA *MELOLONTHA* AVLODIGA MANSUB BO'LGAN QO'NG'IZLARNING TARQALISHI

**Yangiboyeva Nilufar**

Xorazm Ma'mun akademiyasi tayanch doktoranti

**Ro'zmetov Rasul**

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi

**Matyakubov Zafar**

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi

**Xudoyberganov Muhammadmurod**

PSU va YeAITI Xorazm ITS, Urganch

**Matsopayeva Shahnoza**

Xorazm Ma'mun akademiyasi kichik ilmiy xodimi

**Ro'zmetov Rasul**

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi

[rasulruzmetov411@gmail.com](mailto:rasulruzmetov411@gmail.com)

0009-0006-4341-8579; 0000-0003-4786-7157

UDK -59577

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada *Melolontha* avlodiga mansub bo'lgan qo'ng'izlarning Xorazm viloyati Xiva tumanidagi bug'doy dalalarida tarqalishining o'rtacha sutkalik temperatura asosida o'zgarishi keltirilgan. Tadqiqotlar turli mexanik tarkibli tuproqqa ega bo'lgan dalalarda olib borilgan. Qo'ng'izlar va lichinkalar morfologik jihatdan laboratoriya sharoitida mikroskopda o'rganilgan bo'lib, natijalar asosida bu tur *Melolontha melolontha* deb topilgan. Mexanik tarkibi qumoq bo'lgan tuproqlarda og'ir mexanik tarkibli tuproqlarga nisbatan qo'ng'iz lichinkalari soni yuqori bo'lishi aniqlandi. Ularning uchib chiqishi 2022-yilda mart oyining oxirida boshlanganligi kuzatildi. Lichinkalar soni har ikkala tuproq turida ham may oyida maksimal darajaga yetgani va iyul oyida eng past ko'rsatkichga tushgani kuzatilgan. Bug'doy dalalarida lichinkalar tomonidan o'simliklar ko'proq zararlanishini hisobga olganda, may oyida *Melolontha* avlodiga mansub qo'ng'izlar tomonidan bug'doy ko'proq zarar ko'radi. Bu boshloqlash yoki donning pishish fazalariga to'g'ri kelganligi sababli hosil va uning sifatiga salbiy ta'sir qilish ehtimoli juda yuqori.

**Kalit so'zlar:** qo'ng'iz, tuproq, mexanik tarkib, sutkalik temperatura, lichinkalar.

---

**DISTRIBUTION OF BEETLES BELONGING TO THE GENUS  
MELOLONTHA IN WHEAT FIELDS OF KHOREZM REGION**

---

**Abstract.** This article presents the dynamics of the distribution of beetles belonging to the genus *Melolontha* in wheat fields of the Khiva district, Khorezm region, in relation to average daily temperature. The study was conducted on fields with soils of varying mechanical composition. Adult beetles and their larvae were examined morphologically under laboratory conditions using microscopy, and the specimens were identified as *Melolontha melolontha*. It was found that larval abundance was higher in loamy soils compared to soils with heavier mechanical composition. The emergence of adult beetles was first observed at the end of March 2022. The larval population peaked in May and reached its lowest level in July in both soil types. Considering that larval feeding causes significant plant damage in wheat fields, it is likely that wheat crops suffer the greatest harm from *Melolontha* spp. in May. Since this period coincides with the heading or grain-filling stages of wheat, the potential negative impact on both yield and grain quality is considered to be very high.

**Keywords:** beetle, soil, mechanical composition, daily temperature, larvae.

**Kirish.** Bug‘doy – O‘zbekistonda asosiy oziq-ovqat mahsuloti bo‘lib, aholining kunlik non, un va boshqa mahsulotlar bilan ta‘minlanishida markaziy o‘rin tutadi. Har yili O‘zbekiston aholisi o‘rtacha 7–8 million tonna bug‘doyga ehtiyoj sezadi, shuning uchun uning uzluksiz yetishtirilishi davlat xavfsizligi darajasida nazorat qilinadi.[1] Bug‘doy hosildorligini oshirish va ichki bozorda uni sotish yuzasidan qator davlat hujjatlari qabul qilingan. “G‘alla yetishtirish va sotishda bozor tamoyilini joriy etishning qo‘shimcha chora-tadbirlari” yuzasidan 2022-yil 30-maydagi qarorga binoan bug‘doy yetishtirish va savdosini liberallashtirish, bozor raqobatini rag‘batlantirish nazarda tutilgan. Don va hosildorlikni aniqlash uslubini standartlashtirish yuzasidan 2019-yil 26-apreldagi № 357-son qaror qabul qilingan. Ushbu qaror orqali dala hosildorligi va umumiy hosilni baholash uchun yagona nizom joriy qilingan. Qabul qilingan qarorlar bug‘doydan yuqori va sifatli hosil yetishtirish dolzarb masalalardan biri ekanligini ko‘rsatadi. Yuqori va sifatli hosil yetishtirish uchun bug‘doy dalasidagi hasharotlarni o‘rganish, bug‘doyni zararkunandalardan ekologik toza usulda yetishtirish imkonini beradi.[4]

Bug‘doy dalalarida aniqlangan hasharotlar soni dalaning geografik joylashuvi, iqlimi, tuproq sharoiti va ekin almashinuvi tizimiga bog‘liq.[2,3] O‘zbekistonda va umuman Markaziy Osiyoda o‘tkazilgan entomologik tadqiqotlar asosida, bug‘doy dalalarida 50 dan ortiq turdagi hasharotlar aniqlangan.[2] Ular orasida tuproqda yashovchi zararkunanda hasharotlar va ildizga zarar yetkazuvchilar: *Melolontha melolontha*, *Zabrus tenebrioides*, *Tanymecus dilaticollis*, *Agriotes* spp., *Scarabaeidae* lichinkalari; poyaga va bargga zarar yetkazuvchilar: *Eurygaster integriceps*, *Lema melanopa*, *Aelia* spp., *Chlorops pumilionis*, *Aphididae* spp., *Thrips tabaci*; boshqqa zarar yetkazuvchilar: *Sitophilus granarius*, *Cephus pygmaeus*, *Oscinella frit*; foydali entomofauna: yirtqich va parasitoidlar: *Coccinellidae* (shiralar bilan oziqlanadi), *Chrysopidae*, *Syrphidae*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*; changlatuvchi yoki neytral hasharotlar: *Apis mellifera*, *Halictidae*, *Andrenidae*, *Formicidae*. [2,10,11]

**Tadqiqot metodologiyasi.** Bug‘doy dalasida izlanishlar 2023-yilda Xiva tumanida, Pahlavon Mahmud qishlog‘ida 40 gektar og‘ir va qumoq tuproqli bug‘doy dalalarida olib borildi. Lichinkalar sonini aniqlash uchun dalada 25×25 sm yoki 50×50 sm o‘lchamdagi, chuqurligi 25–30 sm bo‘lgan namunaviy chuqurchalar qazildi. Har bir chuqurdan lichinkalar soni aniqlandi. Odatda 10–20 ta nuqtada namunalar olinadi. O‘rtacha son 1 m<sup>2</sup> ga keltirib hisoblanadi. Maxsus yorug‘lik manbali moslamalar (lampa, LED UV) kechki vaqtda dalada o‘rnatilib, oq matoga kelib tushgan qo‘ng‘izlar sanalib, ekskauzer yordamida yig‘ib olindi. Morfologik kuzatishlar ADF-5645 stereoskopi

yordamida o'rganildi. [8,9,11] Tuproqning mexanik tarkibini aniqlashda Plat-forma.uz saytidagi Germaniyaning ZEF Bonn universiteti ma'lumotlari asosida tayyorlangan Urganch davlat universitetining ma'lumotlar bazasidan foydalanildi. Atmosfera havosi va tuproq temperaturasi MODIS sun'iy yo'ldosh bazasidan olindi.[5,6,7]

**Natijalar va muhokama.** Bug'doy dalalaridan topilgan lichinkalar morfologik jihatdan tahlil qilindi:[1-jadval]

1-jadval. Topilgan lichinkalarning morfologik belgilari

Tana qismi	Tavsifi
Uzunligi	30–50 mm gacha.
Rangi	Oq yoki sarg'ish rangli, yarim shaffof
Bosh	Yassi, qattiq jigarrang, kuchli chaynash apparati bilan
Tana shakli	Egilgan "C" harfiga o'xshash, segmentli
Oyoqlar	3 juft ko'krak oyoqlari mavjud
Orqa qismi (anal segment)	xitin o'simtali
Yashash muhiti	Tuproq ichida, asosan ildizlar bilan oziqlanadi

Tuproq tarkibidan topilgan hasharotlar orasida yirikroq qo'ng'izlar ham uchradi, ular morfologik jihatdan o'rganildi[2-jadval]. Olingan natijalarga asoslanib, bu lichinkalar *Melolontha melolontha* turiga mansub deb topildi. *Melolontha melolontha* turiga mansub may qo'ng'izlari galalashish (ya'ni, imago shaklidagi faollashish) davrida eng ko'p yorug'likka intiluvchan bo'ladi. Bu holat aynan ularning biologik ritmlari, haroratga moslanishi va ko'payish sikli bilan bevosita bog'liqdir.

2-jadval.

Tana qismi	Tavsifi
Uzunligi	20–30 mm
Rangi	Jigarrang, qanot qopqog'i och-jigarrang yoki sarg'ish-jigarrang
Bosh	Katta, quyuc rangda, ustida kichik nuqtachalar (grooving) mavjud
Antennalar	Yelmoqli shaklda, 7–11 bo'g'imli; erkaklarda kengroq, yelpig'ichsimon
Ko'zlar	Yaxshi rivojlangan, harakatchan
Ko'krak (toraks)	Yassi, jigarrang, usti no'xatdek o'simtali yoki qirrali bo'lishi mumkin
Qorin (abdomen)	8–9 segmentli, yumaloq shaklda
Qanotlar	2 juft: yuqori qanotlar (elytra) qattiq va rangli; pastki qanotlar — uchish uchun
Oyoqlar	Qazuvchi tipda, (xususan, oldingi oyoqlar), tuproq kovlashga moslashgan

2022-yilgi kuzatuv natijalariga ko'ra, aprel oyida Xorazm viloyatida harorat o'rtacha +12.5 °C atrofida bo'lgan. [3-jadval] Bu harorat qo'ng'izlarning tuproqdan chiqib, faol harakatlana boshlashi uchun qulay mikroiklim sharoitini yaratadi. Yorug'lik tutqichlariga bir kecha davomida 40–38 dona qo'ng'iz tushgani qayd etilgan. Bu ko'rsatkich shuni anglatadiki, aprel — faollikning boshlanish bosqichi bo'lib, aynan shu vaqtda qo'ng'izlar yer yuzasiga chiqadi, erkaklar urg'ochilarni izlay boshlaydi va galalashish boshlanadi. *Melolontha* qo'ng'izlarining eng yuqori faollik davri may oyiga to'g'ri keladi. Xususan, harorat +22.6 °C bo'lgan. Tutqichlarda 92 va 89 ta qo'ng'iz aniqlangan. Bu — cho'qqi galalashish davri bo'lib, biologik jihatdan quyidagi jarayonlar faol kechadi: urg'ochilar va erkaklar juftlashadi, ko'payish sodir bo'ladi, tuxumlar tuproqqa qo'yiladi, o'simlik barglarida oziqlanish avjiga chiqadi. Bu vaqtda *Melolontha*'ning entomofaunadagi ekologik ta'siri eng kuchli bo'ladi. Aynan shu bosqichda zararkunandalarga qarshi kurash choralarini faol qo'llash uchun maqbul davr hisoblanadi.

3-jadval.

Oy	O'rtacha harorat (°C)	Qo'ng'izlar (1 tutqich/kecha)	Qo'ng'izlar (1 tutqich/kecha)
Mart	+4.4	5	3
Aprel	+12.5	40	38
May	+22.6	92	89
Iyun	+26.5	60	57

Iyul	+28.3	35	33
Avgust	+25.5	6	5
Sentyabr	+17.9	2	2
Oktyabr	+11.3	0	0

Iyul oyida harorat yuqori (+28.3 °C) bo'lishiga qaramay, qo'ng'izlar soni kamaymoqda. Sabablari quyidagicha: imagolarning ko'pchiligi allaqachon juftlashib, nobud bo'lgan, tuxum qo'yish tugagan, tunda haroratning keskin pasayishi ularning harakatini cheklaydi, oziq manbalari (yangi barglar) kamaygan. Shu sababli bu davr faollikning pasayish bosqichi hisoblanadi, lekin hali ham monitoring davom ettirilishi kerak. Avgust oyida faollik keskin kamayadi (6–5 ta qo'ng'iz), sentyabrda esa deyarli nolga tushadi. Oktyabrda harorat +11 °C atrofida bo'lib, imago shakli butunlay yo'qoladi. Bu vaqtda qo'ng'izlar tuproqqa qaytadi, lichinkalar shaklida rivojlanish davom etadi, yangi siklga tayyorgarlik boshlanadi.

Quyidagi jadvalda bug'doyning vegetatsiya davri (mart–iyul) davomida og'ir mexanik tarkibli tuproqlar (masalan, loyqa yoki gil tuproqlar) va qumoq tuproqlarda 1 m<sup>2</sup> maydonda uchraydigan *Melolontha* lichinkalari sonining o'zgarishi ko'rsatilgan.[4-jadval] Har bir oyda lichinkalar sonining farqi ularning biologik faolligi, tuproq tarkibi, namlik miqdori va ozuqa zaxirasiga bog'liq. Mart oyida og'ir tuproqlarda lichinkalar soni o'rtacha 2 ta bo'lsa, qumoq tuproqlarda bu ko'rsatkich 5 taga yetadi. Bu farq, ayniqsa qumoq tuproqlarning yaxshiroq aeratsiyaga ega bo'lishi, tuproq haroratining nisbatan tez ko'tarilishi va o'simlik ildizlarining erta rivojlanishi bilan bog'liq. Aprel oyida lichinkalar soni og'ir tuproqlarda 3 taga, qumoq tuproqlarda esa 7 taga yetadi.

4-jadval.

**Turli mexanik tarkibli bug'doy dalalarida *Melolontha* avlodiga mansub hasharotlarning tarqalishi**

Bug'doy fazasi	Og'ir mexanik tarkibli (1 m <sup>2</sup> )	Qumoq tuproqlarda (1 m <sup>2</sup> )	Izohlar
20. mart	2 ta	5 ta	Loyqa tuproqda oziqa va namlik ko'p
20. aprel	3 ta	7 ta	Ildiz o'sishi boshlanadi
20. may	4 ta	10 ta	Lichinkalar ildizga yaqin joyda faol harakat qiladi
20. iyun	3 ta	6 ta	Oziqa kamaygani uchun harakat kamayadi
20. iyul	1 ta	3 ta	Ko'pchilik lichinkalar chuqurroq qatlamga tushadi

Bu davrda bug'doy ildiz tizimi kengayishni boshlaydi va lichinkalar ozuqa izlab ildiz tomon harakatlanadi. Ayniqsa qumoq tuproqlarda bu jarayon faolroq kechadi. May oyida lichinkalar soni maksimal darajaga yetadi — og'ir tuproqlarda 4 ta, qumoq tuproqlarda esa 10 tagacha. Bu davrda lichinkalar bug'doy ildizlariga jiddiy zarar yetkazishi mumkin. Iyun oyida lichinkalar soni pasayadi — og'ir tuproqlarda 3 ta, qumoq tuproqlarda esa 6 ta. Iyul oyida esa eng past darajaga tushadi — og'ir tuproqlarda 1 ta, qumoq tuproqlarda 3 taga yaqin.

**Xulosa va takliflar.** Xulosa qilib aytganda, Xorazm viloyati bug'doy dalalarida *Melolontha melolontha* turi keng tarqalgan. Ularning lichinkalari soni bug'doy dalalarida may oyida maksimal darajaga yetib, undan keyin kamayib borishi aniqlandi. Lichinkalar soni bug'doy dalalarida mexanik tarkibga bog'liq bo'lib, loyqa tuproqlarda kamroq, qumoq tuproqlarda ko'proq uchrashi qayd etildi. *Melolontha* avlodiga mansub bo'lgan qo'ng'izlar tuproq tarkibiga va iqlimning o'zgarishiga bog'liq holda turli davrlarda uchib chiqishi mumkin. Olingan natijalarga asoslanib, biz bug'doy dalalarida mexanik tarkibi qumoq bo'lgan dalalarda birinchi navbatda kurash tadbirlarini olib borish zarur ekanligini tavsiya qilamiz.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Babaxolov Sh., Kim K.-R., Lee S. H. (2018). *Agricultural Transition and Technical Efficiency: An Empirical Analysis of Wheat-Cultivating Farms in Samarkand Region, Uzbekistan*. Sustainability, **10**(9): 3232. <https://doi.org/10.3390/su10093232>
2. G'aybullayev G. S., Bolbekov M. A., Tuynunov R. B. (2020). *Wheat Breeding Research in the Zarafshan Oasis of the Republic of Uzbekistan*. The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering, October 28, **2**(10): 27–37. <https://doi.org/10.37547/tajabe/Volume02Issue10-06>
3. Ahmadjonova S. Sh. (2025). *Распространение и биологическая активность майского жука (Melolontha melolontha L.) в условиях Ферганской долины*. Economy and Innovation, **60**. <https://gospodarkainnowacje.pl>
4. Lex.Uz .
5. Wan Z. (1999). *MODIS Land-Surface Temperature Algorithm Theoretical Basis Document (LST ATBD)*, Version 3.3, pp. 48–57.
6. Mao K., Qin Z., Shi J., Gong P. (2005). *A practical split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from MODIS data*. International Journal of Remote Sensing, **26**(15): 3181–3204.
7. Li Z.-L., Tang B.-H., Wu H., Ren H., Yan G., Wan Z., Trigo I. F., Sobrino J. A. (2013). *Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives*. Remote Sensing of Environment, **131**: 14–37.
8. Kuznetsov V. A., Alba L. D., Andreichev A. V. va boshq. (2014). *Metody polevykh zoologicheskikh issledovaniy* [Poley tadqiqotlar metodikasi]. Saran: Mordov universiteti nashriyoti. 236 bet.
9. Hubble D. S. (2012). *Keys to the Adults of Seed and Leaf Beetles of Britain and Ireland*. [https://www.researchgate.net/publication/256371667\\_Keys\\_to\\_the\\_Adults\\_of\\_Seed\\_and\\_Leaf\\_Beetles\\_of\\_Britain\\_and\\_Ireland](https://www.researchgate.net/publication/256371667_Keys_to_the_Adults_of_Seed_and_Leaf_Beetles_of_Britain_and_Ireland)
10. Santos J. C., Fernandes G. W. (2020). *Measuring Arthropod Biodiversity: A Handbook of Sampling Methods*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53226-0>
11. Belyachenko A. V., Shlyakhtin G. V., Filipychev A. O., Mosolova E. Yu., Melnikov E. Yu., Ermokhin M. V., Tabachishin V. G. (2014). *Методы количественного учёта и морфологических исследований наземных позвоночных животных* Saratov universiteti nashriyoti. 148 bet.

### XORAZM VOHASI PIYOZ AGROSENOZIDA UCHROVCHI FITOFAG HASHAROTLAR

**H.O' Jumanazarov**

Xorazm Ma'mun akademiyasi, katta ilmiy xodim

[hasanjumanazarov31@gmail.com](mailto:hasanjumanazarov31@gmail.com)

ORCID 0009-0002-6338-9220

UDK 574.3:595.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Xorazm vohasi piyoz agrosenozida oldin qayd qilinmagan *Agriotes mancus*, *Melolontha hippocastani*, *Melolontha furcicauda*, *Euborellia annulipes*, *Fannia canicularis* kabi piyoz o'simligiga zarar keltiruvchi fitofaglar haqida ma'lumotlar berilgan. Piyoz o'simligining dorivorlik xususiyati hamda inson hayotidagi ahamiyati yuqori ekanligini inobatga olgan holda, piyoz agrosenozining entomokompleks tur tarkibi o'rganilgan. Xususan, piyoz o'simligida uchrovchi zararkunanda fitofaglarining bioekologik xususyatlarini o'rganish natijasida piyoz o'simligining qaysi bosqichlarida zararkunanda hasharotlar bilan zararlanishi hamda fitofaglar qay darajada o'simlikka zarar yetkazishi keltirib o'tilgan. Tadqiqot ishlari davomida hasharotlarning sistematik o'rnini aniqlashda sohaga oid qator aniqlagichlar va ilmiy manbalardan foydalanilgan. Jumladan, O'zbekistonda uchrovchi hasharotlar bo'yicha F.A.G'afforov va b, Sh.T. Xo'jayev va M.J. Medetov N.N. Vinokurov va b., pardaqaqotlilar bo'yicha B. Jumanov ishlaridan foydalanilgan.

**Kalit so'zlar:** Ceutorrhynchus rapae, Ceutorrhynchus jakovlevi, Agriotes lineatus, Agriotes mancus, Melolontha hippocastani, Melolontha furcicauda, Euborellia annulipes, Fannia canicularis, Fannia scalaris, Fannia leucosticta, Fannia manicat, Muscina assimilis, Muscina stabulans, Aulacorthum solani, Nezara viridula, Acrolepia sapporensis, Acrolepia asiatica.

### PHYTOPHAGOUS INSECTS FOUND IN THE ONION AGROCOENOSIS OF THE KHOREZM OASIS

**Abstract.** This article discusses previously unrecorded phytophages in the agrocoenosis of onion crops in the Khorezm oasis, including *Agriotes mancus*, *Melolontha hippocastani*, *Melolontha furcicauda*, *Euborellia annulipes*, and *Fannia canicularis*, which damage onion plants. Given the high medicinal properties of onions and their importance in human life, the entomocomplex species composition of the onion agrocoenosis has been studied. In particular,

research on the bioecological characteristics of phytophagous pests found in onion plants has revealed the growth stages at which the crop is most vulnerable to insect damage and the extent of harm caused by these pests. During the research, taxonomic identification of insects was carried out using relevant identification keys and scientific literature. Notably, works by F.A. G'opporov et al., Sh.T. Khojaev and M.J. Medetov, N.N. Vinokurov et al. on insects found in Uzbekistan, as well as B. Jumanov's studies on Hymenoptera, were referenced.

**Keywords:** Ceutorhynchus rapae, Ceuthorrhynchus jakovlevi, Agriotes lineatus, Agriotes mancus, Melolontha hippocastani, Melolontha furcicanda, Euborellia annulipes, Fannia canicularis, Fannia scalaris, Fannia leucosticta, Fannia manicata, Muscina assimilis, Muscina stabulans, Aulacorthum solani, Nezara viridula, Acrolepia sapporensis, Acrolepia asiatica.

**Kirish.** Piyoz agrosenozi hasharotlari alohida ahamiyatga ega bo'lib, ular piyoz mahsuldorlining kamayishida, trofik oziqlanishda o'ziga xos xususiyatlarga ega. Bugungi kunda piyoz va sarimsoq piyoz o'simligining dorivorlik xususiyati hamda inson hayotidagi ahamiyati yuqori ekanligi olimlar tomonidan isbotlangan. Qishloq xo'jaligining asosiy tarmoqlaridan bo'lgan piyoz ekinlari yetishtirishda va hosildorlikni oshirishda fitofag hasharotlarga qarshi kurash tadqiqotlari olib borish muhim ro'l o'ynaydi. Hisob-kitoblarga ko'ra, hasharotlar zarari va kasalliklari tufayli har yili piyoz hosildorligining yo'qolishi 50-90% ni tashkil qiladi [1;2]. Fitofaglar o'simlik to'qimalaridan suyuqlikni so'rib, barglarda dog'lar hosil qilish va pigmentlarning parchalanishiga sabab bo'ladi. Piyoz vegetatsiyasining turli bosqichlarida, jumladan, ko'chat, piyoz boshlash va gullash davrlarida trips, hasharotlar lichinka va qurtlari, simqurtlar, shira, qo'ng'iz kabi zararkunanda hasharotlar hujumga uchraydi. Bunda asosan trips, yani tamaki tripsi bilan zararlanish holatlari ko'proq kuzatiladi.

Shuningdek, piyoz boshqa zararkunandalardan ham ko'proq zarar ko'radi. Bunday zararkunandalarga burga qo'ng'iz, uzunburun qo'ng'iz, quloqqazar, piyoz pashshasi, meva pashshasi, axlat pashshasi, shira va boshqalarni misol qilish mumkin. Polifag zararkunandalardan burga qo'ng'izi, kartoshka skrabidi, chigirtkalar, chirildoqlar, shilliqurtlar piyoz bargi bilan oziqlansa, buzoqboshlar, tunlam qurtlari, bug'doy simqurti, soxtasimqurt lichinkalari piyozning yerostki qismiga zarar yetkazadi.

Markaziy Osiyo mamlakatlarida oddiy piyoz ekinlari zararkunandalari to'g'risida ma'lumotlarni dastlab V.V. Yaxontov o'zining tadqiqotlarida ko'rsatib o'tadi. U piyozdosh zararkunandalari sifatida *Anguillina pratensis* va *Aphelenchus avenae* nematodalarini, piyoz kanasini, buzoqboshlarning 3 turini, dala chirildog'ini, qir chigirtkalarini, tamaki tripsini, simqurt va soxta simqurtlarni, o'simta pashshasini, karadrinani, kuzgi, undov va yovvoyi tunlamlarni sanab o'tgan [3; 9] ma'lumotlariga ko'ra, K.P. Sidorov va A.P. Shapova o'simta pashshasi, vizildoq pashsha, piyoz kanasi, tamaki tripsi, piyoz pashshasi, piyoz ildiz kanasi, T.N. Nurmuratov va G.X. Shex tamaki tripsi, vizildoq pashsha, piyoz pashshasi, yashirin xartumli qo'ng'iz, piyozpoya nemotodasi kabi zararkunandalar uchrashi to'g'risida ma'lumotlar keltirganlar. Qozog'istonda piyozlar tamaki tripsi, piyoz yashirin xartumli qo'ng'iz, piyoz vizildoq pashshasi, beda tunlami kabi fitofaglar bilan zararlanishi qayd qilingan [4].

Faunistik sistematik tahlil natijalari Markaziy Farg'onaning sabzavot-poliz ekinlarida 7 turkum, 32 oilaninig 113 urug'ga mansub 148 tur va 7 kenja turdan iborat fitofag hasharotlar uchrashini qayd etgan [5;8]. Piyoz va sarimsoq piyozga bir qancha zararkunda hasharotlar zarar keltiradi. Shulardan keng tarqalgani tripslar hisoblanadi. Trips to'g'ridan to'g'ri yoki bilvosita virus yuqishiga va rentabillikning 30-50% gacha pasayishiga olib kelishi aniqlangan. Shulardan kelib chiqqan holda Xorazm vohasi, qolaversa, Shimoli-g'arbiy O'zbekiston mintaqasida piyoz zararkunandalarning bugungi taksonomik holatni tahlil qilish muhim ahamiyatga ega.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Foydali va zararli hasharotlarni muntazam monitoring qilish tadqiqotlari kuzatuv va belgilangan uslublar asosida amalga oshirildi. Entomofaglar statsionar uchastkalardan va marshrut izlanishlari jarayonida yig'ildi. Yig'ilgan materiallar

laboratoriya sharoitida aniqlanib, sistematik holga keltirildi hamda ayrim entomofaglar imago oldi fazalaridan voyaga yetgan hasharot chiqqunga qadar laboratoriya sharoitida parvarish qilindi.

Hasharotlarning sistematik o'rnini aniqlashda sohaga oid qator aniqlagichlar va ilmiy manbalardan foydalanildi. Jumladan, O'zbekistonda uchrovchi hasharotlar bo'yicha F.A.G'opporov va b, Sh.T.Xo'jayev va M.J. Medetov, N.N. Vinokurov va b., pardaqaotlilar bo'yicha B. Jumanov tadqiqot natijalari hasharotlar tur tarkibini aniqlashga yordam berdi. Zarur hollarda turlarni aniqlashda onlayn-aniqlagichlardan ham foydalanildi.

Tadqiqotlar davomida yig'ilgan hasharotlar 70 %li etil spirtida saqlanib borildi va Xorazm Ma'mun akademiyasi laboratoriyasida turlar identifikatsiya qilindi. Piyoz zararkunandalarning turli bosqichlarida biologik, fenologik rivojlanishi va dinamik miqdorini aniqlash tadqiqotlari G.Ye. Osmolovskiy, B.V. Dobrovolskiy, L.P. Berger, V.N. Burov uslublari, hasharotlar ekologiyasining aspektlari V.V. Yaxontov uslublari asosida amalga oshirildi.

**Tahlil va natijalar.** Ilmiy kuzatishlar davomida Xorazm vohasi, qolaversa, Shimoli-g'arbiy O'zbekiston mintaqasida piyoz zararkunandalarning bugungi taksonomik holatni tahlil qilish maqsadida mavjud ma'lumotlar va tadqiqotlarimizdan olingan ma'lumotlar asosida qiyosiy solishtirish o'tkazdik. O'zbekiston piyoz agrosenozi zararkunandalari xilmaxilligining 2024-yil holatiga, ya'ni V.V. Yaxontov (1962), A.Sh. Hamrayev (1991), D.Azimov va boshq. (1993), X.Kimsanboyev (2001), M.I. Rashidov (2001), B.A. Sulaymanov (2008), D. Obidjonov va boshq. (2009), Sh.T.Xo'jayev (2010), A.I. Marupov (2014), Hakimov va boshq. (2017) ma'lumotlariga ko'ra, fitofaglarining bir qancha turlari bo'yicha ma'lumotlar berilgan. [6;7;10].

Adabiyot manbalarida ko'rsatilgan va bizning tadqiqotlarimiz natijalari, jumladan, 1035 dan ortiq hasharotlar namunalari tahliliga ko'ra, Xorazm vohasi piyoz agrosenozi uchrovchi zararkunandalarning 12 oila, 12 avlodga mansub 23 ta turi qayd etildi. Tadqiqot natijalarining qiyosiy tahlili yuqorida qayd etilgan mualliflar ma'lumotlari va boshqa manbalar asosida ko'rsatib o'tildi.

Olib borilgan tadqiqot natijalarimizga ko'ra 23 ta tur *Ceutorrhynchus rapae* Gyllenhal, 1837, *Ceuthorrhynchus jakovlevi* Schultze, 1902, *Agriotes lineatus* (Linnaeus, 1767), *Agriotes mancus* (Say, 1823), *Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801, *Melolontha furicicauda* (Ancy, 1881), *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847), *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761), *Fannia scalaris* (Fabricius, 1794), *Fannia leucosticta* (Meigen, 1838), *Fannia manicata* (Meigen, 1826), *Muscina assimilis* Fallen, 1823, *Muscina stabulans* Fallen, 1817, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843), *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), *Acrolepia sapporensis* (Matsumura, 1931), *Acrolepia asiatica* (Gaedike, 1971), *Spodoptera exigua* (Hubner, 1808), *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775), *Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789), *Chrysodeixis eriosoma* (Doubleday, 1843), *Euxoa nigricans* (Linnaeus, 1761), *Euxoa tritici* (Linnaeus, 1761) Xorazm vohasi piyoz agrosenozi yangi qayd qilingan fitofaglar ro'yxati shakllantirildi (1- jadvalga qarang).

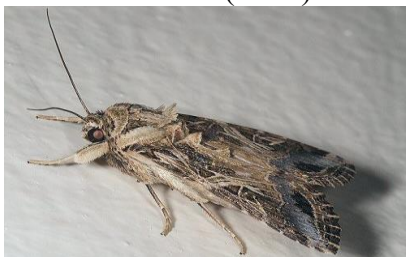
1- jadval.

Xorazm vohasi piyoz agrosenozi yangi qayd qilingan fitofaglar ro'yxati

Oila	Avlod	Tur
<b>Chrysomelidae</b> Latreille, 1802	<i>Ceuthorrhynchus</i> (Champion, 1907)	<i>Ceutorrhynchus rapae</i> Gyllenhal, 1837
		<i>Ceuthorrhynchus jakovlevi</i> Schultze, 1902
<b>Elateridae</b> Leach, 1815	<i>Agriotes</i> Eschscholtz, 1829	<i>Agriotes lineatus</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Agriotes mancus</i> (Say, 1823)
<b>Scarabaeidae</b> Latreille, 1802	<i>Melolontha</i> Fabricius, 1775	<i>Melolontha hippocastani</i> Fabricius, 1801
		<i>Melolontha furicicauda</i> Ancy, 1881

<b>Forficulidae</b> Latreille, 1810	<i>Euborellia</i> Burr, 1909	<i>Euborellia annulipes</i> (Lucas, 1847)
<b>Fanniidae</b> Schnabl, 1911	<i>Fannia</i> R.Desvoidy, 1830	<i>Fannia canicularis</i> (Linnaeus, 1761)
		<i>Fannia scalaris</i> (Fabricius, 1794)
		<i>Fannia leucosticta</i> (Meigen, 1838)
		<i>Fannia manicata</i> (Meigen, 1826)
<b>Muscidae</b> Latreille, 1802	<i>Muscina</i> R.Desvoidy, 1830	<i>Muscina assimilis</i> Fallen, 1823
		<i>Muscina stabulans</i> Fallen, 1817
<b>Aphididae</b> Latreille, 1802	<i>Aulacorthum</i> Mordvilko, 1914	<i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach, 1843
<b>Pentatomidae</b> Leach, 1815	<i>Nezara</i> Serville, 1843	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Glyphipterigidae</b> Stainton, 1854	<i>Acrolepia</i> Curtis, 1838	<i>Acrolepia sapporensis</i> (Matsumura, 1931)
		<i>Acrolepia asiatica</i> (Gaedike, 1971)
<b>Noctuidae</b> Latreille, 1809	<i>Spodoptera</i> Guenée, 1852	<i>Spodoptera exigua</i> (Hubner, 1808)
		<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Chrysodeixis</i> Hübner 1821	<i>Chrysodeixis chalcites</i> (Esper, 1789)
		<i>Chrysodeixis eriosoma</i> (Doub, 1843)
	<i>Euxoa</i> Hübner, 1821	<i>Euxoa nigricans</i> (Linnaeus, 1761)
<i>Euxoa tritici</i> (Linnaeus, 1761)		

Aniqlangan 10 ta oilaga mansub 23 turdan Noctuidae oilasiga mansub 3 ta avlod va 6 tur (26.2%) (1-rasm), Fanniidae oilasiga mansub 1 avloddan 4 ta tur (17.4%), Glyphipterigidae oilasiga mansub 1 avloddan 2 ta tur (8.7%), Chrysomelidae oilasiga mansub 1 avloddan 2 tur (8.7%), Elateridae oilasidan 2 ta tur (8.7%), Scarabaeidae oilasidan 2 tur (8.7%), Muscidae oilasidan 2 tur (8.7%), aniqlangan bo'lsa, Forficulidae oilasi 1 ta avlodiga mansub 1 tur (4.3%), Aphididae oilasidan 1 ta tur (4.3%), Pentatomidae oilasidan 1 ta tur (4.3%) uchrashi qayd etildi (2-jadvalga qarang).



1-rasm: Noctuidae oilasi *Spodoptera litura* turining imogo va g'umbagi

2-jadval:

Xorazm vohasi piyoz agrosenozi fitofaglari taksonomik tarkibi

№	Oilalar	Avlodlar		Turlar	
		sonda	foizda	sonda	foizda
1	Noctuidae Latreille, 1809	3	25	6	26.2
2	Fanniidae Schnabl, 1911	1	8,3	4	17.4
3	Glyphipterigidae Stainton, 1854	1	8,3	2	8.7
4	Chrysomelidae Latreille, 1802	1	8,3	2	8.7
5	Elateridae Leach, 1815	1	8,3	2	8.7
6	Scarabaeidae Latreille, 1802	1	8,3	2	8.7
7	Muscidae Latreille, 1802	1	8,3	2	8.7
8	Forficulidae Latreille, 1810	1	8,3	1	4.3
9	Aphididae Latreille, 1802	1	8,3	1	4.3
10	Pentatomidae Leach, 1815	1	8,3	1	4.3
<b>JAMI</b>		<b>12</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>

**Xulosa va takliflar.** Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki, hozirgi kunda Xorazm vohasi piyoz agrosenozi uchrovcchi zararkunandalarining 12 oila, 12 avlodga mansub 23 ta turi piyoz o'simligining turli vegetatsiya davrlarida zarar keltirishi o'rganildi. Oldin qayt qilinmagan turlarning ko'pchilgi jumladan *Melolontha* avlodiga mansub, *Melolontha melolontha*, *Melolontha hippocastani*, *Melolontha furcicauda* qo'ng'izning 1 yoshdagi qurtlari erta bahorda piyoz ko'chatlarida ildiz atrofida ba'zan poyasining tuproq ostidagi qismida uchrashi aniqlandi. Tadqiqotimizda bu qurtlar bevosita piyoz a'zolari bilan oziqlanmasada, piyozning zararlanishiga, kasallanishiga va boshqa hasharotlarni zararlanishiga imkon yaratishi asoslandi. Shuningdek bunday xususiyatlar *Pentodon*, *Euborellia*, *Drosophila*, *Fannia*, *Mamestra* kabi avlodlarga mansub hasharotlarda ham kuzatilishi o'rganildi. Olib borilgan tadqiqotlarimiz shuni ko'rsatadiki, piyoz bahor oyining ilk kunlarida ekilishi sabab, issiq kunlarda erta uyg'ongan fitofaglarining turli tabaqalari piyozning vegetative a'zolariga ta'sir ko'rsatishi, keyin esa, boshqa asosiy ho'jayinlariga o'tishi asoslandi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Coskuntuna, A., and N. Ozer. 2008. Biological control of onion basal rot disease using *Trichoderma harzianum* and induction of antifungal compounds in onion set following seed treatment. *Crop Protection* 27: pp. 330-336.
2. Greco N M, Pereyra P C, Guillade A. 2006. Host-plant acceptance and performance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Applied Entomology* 130: pp. 32-36.
3. Ergashev I.K., Mupodov B.E. va boshq. O'simliklar karantini laboratoriyasi va klinikasida foydalanish uchun uslubiy qo'llanma. – Toshkent, 2018. - B. 68.
4. Dushamov B.K., Matkapimova O. Xopazm shapoitida g'o'za oqqanoti va unga qapshi uyg'unlashgan kurash majmuasi // Ilmiy-amaliy konfepensiya tezislari. –Toshkent, 2001. 89-90 betlar.
5. Ахмедов М.Х., Ахмаджонова С.А. К экологии шелконов (Coleoptera, Elateridae) Ферганской долины // Аспирант и соискатель. - Москва, 2011. -№2 (62). - С. 71-73.
6. Эргашев И.К., Муродов Б.Э. ва бoшқ. Ўсимликлар карантини лабораторияси ва клиникасида фойдаланиш учун услубий қўлланма. – Тошкент, 2018. - Б. 68.
7. Адашкевич Б.П., Шукупалиев Б.Т. Вредители капусты и их энтомофаги в Узбекистане. Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 106–122.
8. Зокиров И.И. Марказий Фарғона шароитида сабзавот-полиз агроценозлари энтомофаунасининг шаклланиш хусусиятлари // Қишлоқ хўжалиги экинларини зарarli организмлардан уйғунлашган химоя қилишнинг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари: Халқаро илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. –Тошкент, 2019. - Б 651- 657 .
9. Буджапов В. Ц. Опыт интегрированной борьбы с листогрызущими вредителями // Устойчивое развитие сельского хозяйства в бассейне оз. Байкал : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Бурятской ГСХА. – Улан-Удэ, 2002. – С. 210–212.
10. Хакимов Р.А. Ўзбекистонда сабзавотчилик, полизчилик ва картошкачиликни ривожлантиришда илм-фаннинг хиссаси // Сабзавотчилик, полизчилик ва картошкачилик ҳолати, муаммолари ва ривожлантириш истиқболлари: Халқаро илмий-амалий конференцияси мақолалари тўплами. Тошкент, 2018 йил 1 июнь. –Тошкент, 2018. Б -3-10

### LoMV (BCMV) BILAN KASALLANGAN LOVIYA (*PHASEOLUS VULGARIS L*) NAVLARI BARGIDAGI PIGMENT MIQDORINI ANIQLASH

Fayziyeva Nazira Baxramovna

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Tayanch doktoranti

[nazirafayziyeva886@gmail.com](mailto:nazirafayziyeva886@gmail.com)

ORCID 0009-0005-3462-6639

UDK 578.4: 578.42; 578.864

**Annotatsiya.** O'zbekiston Respublikasi mintaqasining iqlim sharoitlari dukkakli don mahsuloti, ya'ni loviya o'simligi ekinini yetishtirish uchun juda qulay. 2023-yil hosili uchun respublikamiz hududlarida 330,5 ming gektardan ortiq maydonlarga dukkakli don ekinlari ekilgan bo'lib, shundan 35,8 ming gektari loviya ekinini ulushiga to'g'ri keladi. So'nggi yillarda respublikamizning ko'pgina viloyatlari qishloq xo'jalik ekinlarini loviya mozaika virusi (BCMV) bilan kasallanib, hosildorlikni pasaytirish bilan bir qatorda mahsulot sifatini ham yomonlashuviga olib keldi. Loviya (*Phaseolus vulgaris*) o'simligi barglarida Loviya oddiy mozaikasi virusi

(BCMV) bilan zararlanishi natijasida yuzaga keladigan fotosintetik pigmentlar miqdoridagi o'zgarishlar tahlil qilindi. Asosiy pigmentlar – xlorofill a, xlorofill b va karotinoidlar konsentratsiyasi spektrofotometrik usulda aniqlanib, sog'lom namunalarda bilan solishtirildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, virus infeksiyasi pigmentlar miqdorini sezilarli darajada kamaytirishi aniqlanib, bu holat o'simlikdagi fotosintez jarayonining buzilishi va umumiy fiziologik holatning yomonlashuviga sabab bo'lishi mumkinligi qayd etildi. Olingan ma'lumotlar LoMV virusining o'simlikka salbiy ta'sirini aniqlash, stressga chidamli navlarni tanlash va kasallikka qarshi seleksiya ishlarini olib borishda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, pigment miqdori monitoringi o'simlik sog'lig'ini baholashda ishonchli biomarker sifatida qo'llanilishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** loviya oddiy mozaika virusi, pigment, transpiratsiya, fotosintez, xlorofill, karotinoid, stress, infeksiya, LoMV

### DETERMINATION OF PIGMENT CONTENT IN LEAVES OF BEAN (PHASEOLUS VULGARIS L) VARIETIES INFECTED WITH LoMV (BCMV)

**Abstract.** The climatic conditions of the regions of the Republic of Uzbekistan are highly favorable for cultivating leguminous crops, particularly the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In 2023, leguminous crops were sown on more than 330.5 thousand hectares across the country, with 35.8 thousand hectares specifically allocated to bean cultivation. In recent years, many regions have reported the spread of Bean Common Mosaic Virus (BCMV), which not only reduces crop yield but also adversely affects the quality of the harvested product. This study investigated the changes in photosynthetic pigment concentrations in the leaves of *Phaseolus vulgaris* L plants infected with BCMV. The concentrations of key pigments chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids were determined using spectrophotometric methods and compared with healthy plant samples. The findings revealed that viral infection significantly reduces pigment levels, indicating disruption of the photosynthetic process and deterioration of the plant's overall physiological state. The data obtained are valuable for identifying the negative effects of BCMV infection on plant health, selecting stress-tolerant varieties, and supporting breeding programs aimed at disease resistance. Furthermore, monitoring pigment concentrations may serve as a reliable biomarker for assessing plant health under viral stress conditions.

**Keywords:** Bean common mosaic virus, pigment, transpiration, photosynthesis, chlorophyll, carotenoids, stress, infection, BCMV

**Kirish.** *Loviya (Phaseolus vulgaris L.)* – dunyo miqyosida oziqlanish uchun muhim oqsil manbai bo'lgan dukkakli ekinlardan biridir. FAO 2023-yil hisobotiga ko'ra, respublikamiz hududlarida 330,5 ming gektardan ortiq maydonlarga dukkakli don ekinlari ekilgan bo'lib, shundan 35,8 ming gektari loviya ekini ulushiga to'g'ri keladi. Loviya asosiy ekin sifatida 5,1 ming gektar va takroriy ekin sifatida 24,5 ming gektar maydonlarga hamda 6,1 ming gektar bog' qator oralariga ekib yetishtiriladi. FAO 2023-yil hisobotiga ko'ra, loviya global yetishtirish maydonlari va hosil darajasi bo'yicha yetakchi o'rinlarni egallaydi. Biroq ushbu ekinning agro-ekologik samaradorligini virusli kasalliklar, xususan, loviya oddiy mozaikasi virusi (LoMV) keskin kamaytiradi. Jones va Bos tadqiqotlarida LoMV barglarda xloroz, nekroz va mozaik tus hosil qilishi qayd etilgan, bu esa pigment konsentratsiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Xlorofill a va b, shuningdek, karotinoidlar miqdori kamayganda fotosintetik faoliyat pasayib, o'simlikning energetik salohiyati zaiflashadi [3,5,6] Lichtenthaler esa fotosintetik pigmentlarning miqdori o'sishni boshqaruvchi asosiy omil ekanini ta'kidlagan.

So'nggi yillarda virusli stressni tahlil qilishda spektrofotometrik usullar keng qo'llanilmoqda. Masalan: Jovliyeva D.T *P. kartoshka* barglaridagi xlorofill darajasini analiz qilgan, infeksiyalangan o'simliklardagi pigment miqdorining sezilarli pasayishini aniqlagan[7]. Mhlanga va hamkasblarining tadqiqotida LoMV (BCMV) bilan zararlanish oqqanot va shira bitlari orqali uzatilishi tahlil qilingan bo'lsa-da, ularning ishlari virusning fiziologik ta'siri doirasiga muhim ma'lumotlar beradi. Amezulan E. A tadqiqotlari

pigment o'zgarishi orqali virus bilan bog'liq fotosintetik buzilishlarni aniqlashda xlorofill fluoresensiyasi parametrlari imkoniyatlarini kengaytirgan[2].

Bundan tashqari, genetik tadqiqotlar pigment va kasallikka chidamlilik o'rtasidagi bog'liqlikni tasdiqlaydi. Masalan, Gvas. Y. F usulida olib borilgan izlanishlarda Phvul.002G324100 (I geni) antitsianin sintezi va potyviruslarga nisbatan immunitetda muhim rol o'ynashi aniqlangan[6].

Viruslar – bu hujayra ichi parazitlari hisoblanib, barcha tirik organizmlarga turli darajada zarar keltiradi, ko'pgina hollarda ularda kechadigan fizologik jarayonlarni, yani mahsuldorlikning pasayishiga va o'sib-rivojlanishining sekinlashuviga olib keladi[9,10].

Buning uchun patogen jarayonida virusning o'simlikdagi ba'zi fiziologik jarayonlarga, shaxsiy fotosintez jarayonini ta'minlovchi xlorofill miqdoriga ta'sir darajasini o'rganish muhim masalalardan biri hisoblanadi[13,15].

Ushbu tadqiqotda LoMV bilan zararlangan va sog'lom loviya (*P.vulgaris*) namunalarining barg pigment konsentratsiyalari (xlorofill a, xlorofill b va karotinoidlar) spektrofotometrik usulda aniqlanadi. Bu usul orqali virus infeksiyasining fotosintetik jarayonlarga ta'siri hamda o'simlik stressiga reaksiyasi tahlil etilib, murakkab genotipik aloqalar aniqlanishi ko'zda tutilgan.

**Tadqiqot materiallari va usullar.** Ushbu tadqiqotda Loviya oddiy mozaikasi virusi (LOMV) bilan mexanik yuqtirilgan *Phaseolus vulgaris* L. navlarida fotosintetik pigmentlar — xlorofill a, xlorofill b va karotinoidlar miqdorining o'zgarishini baholash maqsad qilingan. Tadqiqot uchun quyidagi mahalliy va xorijiy navlar tanlab olindi: *Qora ko'z*, *Turkiya VIR*, *Kalipso*, *Oq loviya*, *Mahsuldor*, va *Ravot* navlari.

Navlar Chirchiq davlat pedagogika universiteti genetika kafedrasida tajriba maydonida vegetatsiya davri mobaynida o'stirildi. Har bir nav uch martadan takrorlangan holda 5 ta o'simlikdan iborat namunalar asosida o'rganildi. O'simliklarga LoMV virusi mexanik inokulyatsiya usuli orqali 2-3 ta haqiqiy barg hosil bo'lgan davrda yuqtirildi. Loviya keng tarqalgan mozaika virusi sezgir navlarga yuqtirganda, sariq va yashil mozaikaning aralashib kelishi kabi kasallik alomatlarini namoyon qildi. Barglarning rangi o'zgarishi, odatda, burishish, qabariq, buzilish, pastga qarab burishish va bargning buralishi kabilar bilan keladi. Inokulyatsiyadan 10–14 kun o'tib, virus alomatlari namoyon bo'lgach, fitoviruslarning o'simlik bargidagi pigment miqdoriga ta'sir darajasini aniqlash uchun virus bilan turli (*kuchli*, *kuchsiz* va *o'rtacha*) darajada kasallangan hamda sog'lom (nazorat) o'simlik bargidan 0.05 g dan olib, probirkalarga solinadi, uning ustiga 5 ml 96%-li etil spirti solinib, 15 daqiqa davomida tindirildi. Hosil bo'lgan suyuqlik spektrofotometr (*Agilent Cary 60 UV-Vis*, Ger.) qurilmasi yordamida o'rganib chiqildi. Bunda har bir pigmentning nur yutish ko'rsatkichi e'tiborga olindi, jumladan: xlorofill "a" – 664 nm, xlorofill "b" – 649 nm, karotinoidlar esa 470 nm to'lqin uzunligida o'lchandi va uch qaytarishda o'lchandi hamda natijalar yozib olindi va grafik ko'rinishi yaratildi (*rasm*). O'simlik barg namunasi tarkibidagi pigment miqdori N.K. Lichtentaller metodikasi yordamida aniqlandi[8]. Tenglama quyida keltirilgan:

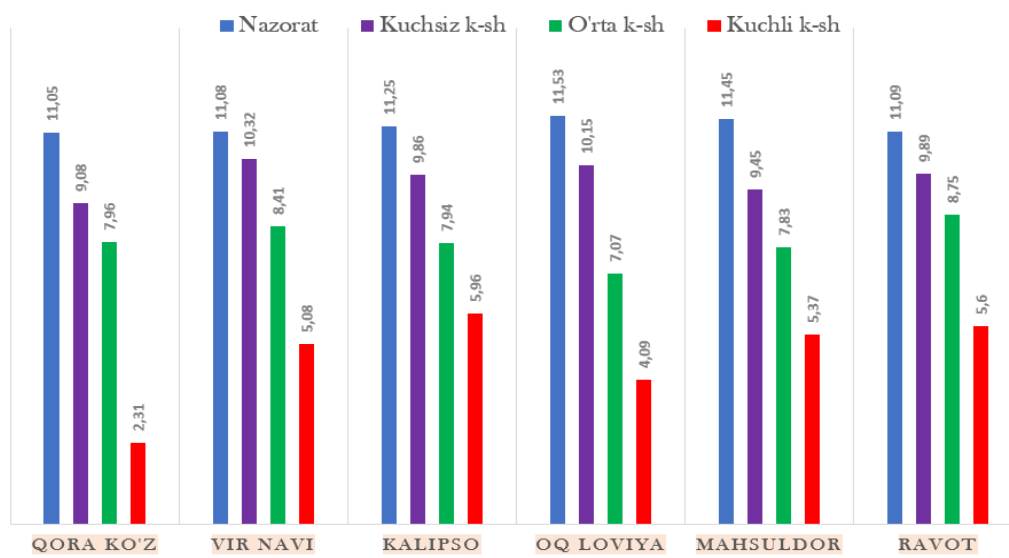
$$\begin{aligned} \text{Chl-a (mg/l)} &= 13,36 * A_{664} - 5,19 * A_{649} \\ \text{Chl-b (mg/l)} &= 27,43 * A_{649} - 8,12 * A_{664} \\ C_{x+c} &= (1000 A_{470} - 2,13 C_a - 97,63 C_b) / 209 \\ F(\text{mg/gr}) &= (V * C) / P \end{aligned}$$

**Formuladagi:** F-o'simlik bargi tarkibidagi pigment miqdori (mg/gr); V-suyuqlik hajmi (ml); C-pigment konsentratsiyasi (mg/l); P-o'simlik to'qimasi og'irligi.

**Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi.** O'tkazilgan tadqiqotlar Loviya

oddiy mozaikasi virusi (LOMV) bilan zararlanishning loviya o'simligining pigment tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatishini aniq ifodalab berdi. Har xil navlarga mansub loviya namunalari xlorofill a, xlorofill b va karotinoidlar miqdorining kamayish dinamikasi kasallikning kuchayish darajasiga mutanosib tarzda o'zgarib bordi. Bu esa o'simlik barglaridagi fotosintetik faoliyatning virus ta'sirida jiddiy susayishini ko'rsatadi.

Fotosintetik pigmentlar darajasining kamayishi o'simlik hujayralarida plastidlarning degradatsiyasi, tilakoid membranalarning parchalanishi va fotooksidlovchi stress kuchayishi bilan bog'liq bo'lib, bu holatlar ilgari ham bir qator o'simlik viruslari ta'sirida qayd etilgan. Ushbu holat LOMV virusi bilan zararlangan loviya navlarida ham yuzaga kelgani, ayniqsa, pigmentlar parchalanishining kasallik darajasiga bevosita bog'liq ekanini ko'rsatadi.



1-rasm. LOMV bilan kasallantirilgan loviya navlaridagi xlorofill (a) miqdori.

O'rganilgan barcha loviya navlarida Loviya oddiy mozaikasi virusi (LOMV) bilan zararlanish xlorofill a pigmenti miqdorining sezilarli darajada kamayishiga olib keldi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, kasallanish darajasining ortishi bilan pigment miqdori pasayishi bilan namoyon bo'ldi. 1-rasmdagi diagrammaga asosan har bir nav bo'yicha olingan xlorofill a miqdorlari dinamikasi natijalari quyidagicha izohlanadi.

*Qora ko'z* navida nazorat namunada xlorofill a miqdori 11.05 mg/g bo'lgan bo'lsa, kuchsiz kasallangan o'simliklarda bu miqdor 9.08 mg/g gacha tushgan. O'rta darajada kasallangan namunalarda bu ko'rsatkich 7.96 mg/g, kuchli kasallanganda esa atigi 2.31 mg/g ni tashkil etdi. Bu navda kuchli kasallanish natijasida xlorofill a pigmenti deyarli 79.1% ga kamaydi.

*Turkiya VIR* navida ham shunga o'xshash holat kuzatildi: nazoratda 11.08 mg/g bo'lgan pigment miqdori kuchli kasallik holatida 5.08 mg/g gacha tushdi. Bu 54.1% kamayish kuzatilgan.

*Kalipso* navida nazoratdagi xlorofill a miqdori 11.25 mg/g bo'lib, kuchli zararlanganda 5.96 mg/g ni tashkil etdi. Bu esa 47% atrofidagi kamayishni anglatadi.

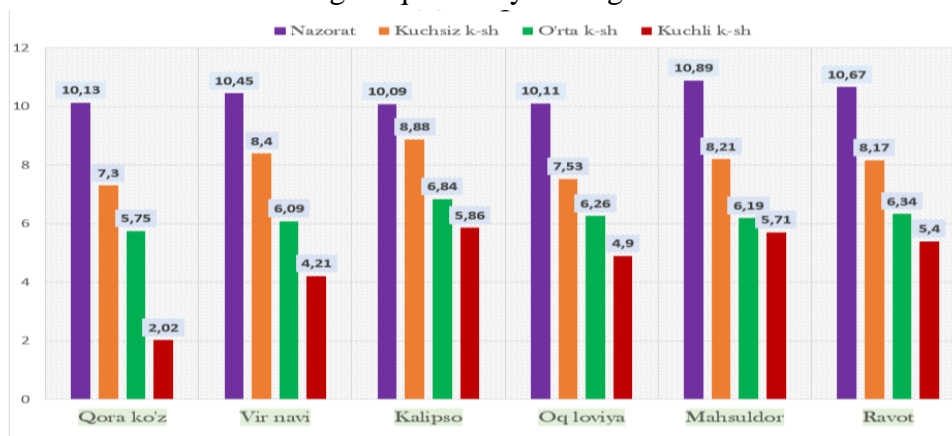
*Oq loviya* navida esa pigment miqdori nazoratda 11.53 mg/g bo'lgan bo'lsa, kuchli zararlanishda bu ko'rsatkich 4.09 mg/g gacha kamaydi, bu esa 64.5% ga pasayish kuzatildi.

*Mahsuldor* navida ham LOMV ta'siri aniq sezildi: nazoratda 11.45 mg/g, kuchli kasallikda esa 5.37 mg/g bo'ldi (kamayish 53.1%).

*Ravot* navida nazoratdagi pigment miqdori 11.09 mg/g bo'lib, kuchli kasallik

holatida 5.6 mg/g ga tushdi (50% dan ortiq kamayish).

Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, LOMV virusi loviya o'simligining xlorofill a sinteziga salbiy ta'sir ko'rsatib, fotosintez jarayonining sezilarli darajada susayishiga olib keladi. Ayniqsa, Qora ko'z navida pigment miqdorining eng keskin kamayishi kuzatildi, bu navni virusga nisbatan kamroq chidamli deb baholash mumkin. Aksincha, Kalipso va Ravot navlarida pigment miqdori nisbatan yuqori saqlanib qolganligi, ularning LOMV ta'siriga nisbatan biroz bardoshlilik haqida fikr yuritishga asos beradi.



2-rasm. LoMV bilan kasallantirilgan loviya navlaridagi xlorofill (b) miqdori.

2-rasmda keltirigan raqamlarga asosan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Loviya oddiy mozaikasi virusi (LOMV) bilan zararlengandan so'ng barcha o'rganilgan navlarda xlorofill b miqdori kamaydi. Virus ta'siri o'simlikdagi plastid tizimining izdan chiqishiga olib kelib, barg to'qimalarida fotosintetik pigmentlar sintezining susayishiga sabab bo'lgan.

*Qora ko'z* navida virus zarari pigment tizimiga eng kuchli ta'sir ko'rsatgan. Nazorat namunalarida xlorofill b pigmenti miqdori 10.13 mg/g ni tashkil etgan bo'lsa, kuchsiz darajadagi zararlanishda bu ko'rsatkich 7.30 mg/g gacha kamaydi, ya'ni 27.9% ga qisqardi. O'rta darajada kasallanganda esa pigment miqdori 5.75 mg/g bo'lib, bu holatda 43.2% ga pasayish qayd etildi. Kuchli zararlanishda esa xlorofill b miqdori atigi 2.02 mg/g ni tashkil etib, 80.1% gacha kamaydi. Bu holat ushbu navning LOMV virusiga nisbatan juda zaif ekanligidan dalolat beradi.

*Turkiya VIR* navida xlorofill b pigmentining kamayish tendensiyasi ancha izchil ko'rinishda bo'ldi. Nazoratda 10.45 mg/g bo'lgan pigment miqdori, kuchsiz kasallangan barglarda 8.40 mg/g ni tashkil etdi (19.6% kamayish). O'rta kasallik darajasida 6.09 mg/g (41.7% kamayish) va kuchli zararlanishda 4.21 mg/g (59.7% kamayish) darajasigacha pasaygani aniqlandi. Bu nav virusga o'rtacha darajada sezuvchan hisoblanadi.

*Kalipso* navida pigmentlar kamayishi nisbatan sekin bo'ldi. Nazorat namunalarida 10.09 mg/g bo'lgan xlorofill b miqdori, kuchsiz zararlanishda 8.88 mg/g (11.9% kamayish), o'rta zararlanishda 6.84 mg/g (32.2% kamayish), va kuchli kasallik holatida esa 5.86 mg/g (41.9% kamayish) darajasida saqlanib qoldi. Bu holat Kalipso navining LOMV virusiga nisbatan chidamli ekanligini ko'rsatadi.

*Oq loviya* navida xlorofill b pigmentining kamayishi bosqichma-bosqich sodir bo'ldi. Nazoratdagi ko'rsatkich 10.11 mg/g bo'lsa, kuchsiz zararlanishda 7.53 mg/g (25.5% kamayish), o'rtacha zararlanishda 6.26 mg/g (38.1% kamayish) va kuchli zararlanishda esa 4.90 mg/g (51.6% kamayish) bo'ldi. Bu nav o'rtacha sezuvchanlikka ega bo'lib, kuchli kasallanishda sezilarli pigment yo'qotishi yuz berdi.

*Mahsuldor* navida ham pigmentlar miqdori keskin kamaygan. Nazoratda 10.89 mg/g bo'lgan xlorofill b pigmenti, kuchsiz zararlanishda 8.21 mg/g (24.6% kamayish), o'rta darajada 6.19 mg/g (43.1% kamayish) va kuchli zararlanishda 5.71 mg/g (47.5%

kamayish) gacha tushdi. Bu navda pigment sintezi virus ta'sirida ancha susaygan bo'lib, o'rtacha sezuvchanlikka ega ekani aniqlandi.

*Ravot* navida xlorofill b pigmenti nisbatan yaxshi saqlanib qolgan. Nazorat namunalari bu pigment miqdori 10.67 mg/g bo'lgan. Kuchsiz kasallangan barglarda u 8.17 mg/g (23.4% kamayish), o'rtacha darajada 6.34 mg/g (40.6% kamayish) va kuchli kasallikda 5.40 mg/g (49.4% kamayish) bo'lib, boshqa navlarga nisbatan barqarorlik saqlangan.

Fotosintetik pigmentlarning kamayishi o'simliklarda metabolik stress holatining kuchayishi, hosildorlikning pasayishi va fiziologik faoliyatning buzilishi bilan bog'liq bo'lib, olingan natijalar loviya navlarining LOMV virusiga chidamlilik darajasini baholashda muhim mezon bo'lib xizmat qiladi[12,14].

**Xulosa.** Tahlil natijalariga ko'ra, LOMV virusi barcha navlarda xlorofill b pigmenti sinteziga salbiy ta'sir ko'rsatdi. Qora ko'z navida pigmentning 80% dan ortiq kamaygani ushbu navning virusga eng zaif ekanini ko'rsatadi. Aksincha, Kalipso va Ravot navlari pigment miqdorini nisbatan yaxshi saqlab qolgan bo'lib, virusga nisbatan chidamli ekani qayd etildi. Bu o'zgarishlar fotosintetik faoliyatga bevosita ta'sir ko'rsatib, o'simlikning o'sishi va mahsuldorligini pasaytiradi.

Shu sababli, pigmentlar miqdoridagi bunday o'zgarishlar seleksiya ishlari uchun fiziologik marker sifatida katta amaliy ahamiyatga ega bo'lib, virusga chidamli navlarni saralashda qo'llanilishi mumkin. Bu jarayonning asosiy mexanizmi, virus o'simlik hujayrasiga kirgandan so'ng, o'zining qismlarini ishlab chiqara boshlaydi. Bu virus RNK tutuvchi virus hisoblanib, uning o'z-o'zini sintezlashi teskari transkriptaza fermentining faoliyatiga bog'liqdir. Bu fermentning tarkibi uchun esa Mg elementi zarur bo'lib, bu element xlorofillning markaziy elementi bo'ladi. Xlorofilldan bu elementning bo'lishi pigmentning yemirilishiga sabab bo'ladi. Natijada barg rangning sarg'ayishi va och xususiyatlari kabi ko'rinishga olib keladi.

Bu jarayonni chuqurroq o'rganish uchun yanada kengroq ko'lamda ilmiy ishlar olib borilishini talab qiladi. Bu o'z navbatiada virus konsentratsiyasini boshqarish va unga qarshi kurashni ishlab chiqishda yordam beradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Amezulan L.A., Detecting plant infections: prospects for chlorophyll fluorescence imaging. *MDPI Agronomy* (2024). 14(11):2600.
2. Agarwal N., Srivastava R., Verma A., Rai K.M., Singh B., Verma P.C. Unraveling cotton nonexpressor of pathogenesis-related 1(NPR1)-like gene family: evolutionary analysis and putative role in fiber development and defense pathway. *Plants*. 2020. 9(8): pp 345-355.
3. Boyarkin A.N. quick method of determining the activity of peroxidase// *Biochemistry*. 1951. C 352-357.
4. Elizabeth A., Worrall, Frensis O., Gerardine M., Jagger, JW Harvey., Bean Common Mozaic Virus va Bean Common Mosaic Necrosis Virus: Aloqalar, *Biologiya va nazorat qilish istiqbollari //Virus Res*. 2018 yil, 257, pp 75-77
5. Fayziyeva N.B., Vahobov A.H., Normurodova QT, Loviya o'simligini kasalxonada viruslar monitoringi va tekshirish tekshiruvu //Fan va texnikani yangilanish masalalari//Ha , ilmiy-amaliy onlayn anjumanlar anjumani to'plami (2023 April 12, 131-133)" b.
6. Gvash. Y. F., Genome-Wide Association study indicating Phvul.002G324100 (I gene) role in anthocyanin and virus resistance// *BMC Plant Biology* 2023, pp 1034-1046
7. Jovliyeva D.T. et. al. Determination of the effect of alstromeria x virus on chlorophyll amount in plant leaves// *Modern Biology and Genetics. International scientific journal*, №1-2 (1-2), 2022 8-13 pp.
8. Lichtenthaler HK va Wellburn AR. Deferent erituvchilarda barg ekstraktining umumiy karotenoidlari va "a" va "b" xlorofilllarini aniqlash // *Biokim. Soc. Trans.*, 1983.11, 591-592"
9. Liu, C., Yang, X., He, Y. et al. Fine mapping and characterisation of a PV-PUR mediating anthocyanin synthesis in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Molecular Breeding* 2023 43(15), pp 203-216
10. Mhlanga, N.M., Pate, A.E., Arinaitwe, W. et al. Reduction in vertical transmission rate of bean common mosaic virus in bee-pollinated common bean plants. *Virology Journal* (2024)21, 147-156 pp.
11. Meziadi, C., Alvarez-Diaz, J.C., Thareau, V. et al. Fine-mapping and evolutionary history of R-BPMV resistance gene in common bean// *Theor Appl Genet*(2024)..pp 137.

12. Michal Pol, Knut Schmidtke, Sylwia Lewandowska *Plantago lanceolata* – An overview of its agronomically and healing valuable features// *Open Agriculture* 2021; 6: 479–488
13. Nayek S., Choudhury I.H, Jaishe N., Roy S. Spectrophotometric analysis of Chlorophylls and carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extracting Solvents// “International Science Congress, Journal of Chemical Sciences. 2014. Pp 63-69.
14. Surabhi Awasthi, Reshu Chauhan, and Raghvendra P. Narayan. *Plant Viruses: History and Taxonomy*// *Plant Viruses: Evolution and Management*. Singapore 2016. Pp 453-464
15. Хусанов Т.С., Файзиёв В.Б., Эшбоев Ф.Б., Вахобов А.Х. Влияние вируса мозаики люцерны на содержание хлорофилла и каротиноидов в люцерне. Вестник Прикаспия. №2(5). Май, 2014, -с. 3-6.

### KATTA VA KICHIK O‘RADARYOLAR HAVZASI FANEROFITLARI

**Omonov Oybek Eshmirzayevich**

Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti

[omonovoybek1985@mail.ru](mailto:omonovoybek1985@mail.ru)

ORCID 0009-0000-7145-3419

**Yoziyev Lutfullo Habibullayevich**

Turon universiteti rektori

Qarshi davlat universiteti

Botanika kafedrası professori

[yoziyevl@mail.ru](mailto:yoziyevl@mail.ru)

ORCID 0000-0001-8209-3535

**Baysunov Babir Xidirovich**

Qarshi davlat universiteti

Botanika kafedrası mudiri, dotsent

[bbaysunov@mail.ru](mailto:bbaysunov@mail.ru)

ORCID 0009-0003-9694-4355

UDK 581.93

**Annotatsiya.** Maqolada Katta va Kichik O‘radaryolar havzasi florasida tarqalgan fanerofitlarning tadqiqotlar olib borgan olimlarni O‘zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanayotgan va dala tadqiqotlarimizda terilgan gerbariy namunalari asosida tahlili keltirilgan. Shuningdek, gerbariyning qo‘llanilishi va o‘simliklarning biologik xilma-xilligini saqlashdagi ahamiyati qisqacha tavsiflab berilgan. Tadqiqot natijasida xudud florasining fanerofitlari uchun ilk marotaba shakllantirilgan ro‘yxatga muvofiq 25 oila 43 turkumga mansub 111 turning 890 ta gerbariy namunasini o‘z ichiga oladi. Mazku turlarning 29 turi daraxt va 82 turi buta hayotiy shakliga ega.

Bulardan, “O‘zbekiston Respublikasi Qizil kitobi” (2019) asosida shakllantirilgan ro‘yxatga muvofiq, 2 oila 3 turkum 3 tur mavjud bo‘lib, Xalqaro “Qizil kitob”ga esa 2 oila 4 turkum 4 turni tashkil etdi. Endem fanerofitlarining tahlilini qilganimzda esa 2 oila 2 turkum 2 turi borligi ma‘lum bo‘ldi.

**Kalit so‘zlar:** Katta va Kichik O‘radaryo, hudud, havza, flora, hayotiy shakl, fanerofit, Qizil kitob, endem, oila, turkum, tur, gerbariy namuna.

### PHANEROPHYTES OF THE GREAT AND SMALL ORADARIA BASINS

**Abstract.** The article presents an analysis of the phanerophytes distributed in the flora of the Katta and Kichik O‘radarya basins based on the herbarium specimens collected during our field research and stored in the National Herbarium of Uzbekistan (TASH) fund. The use of herbariums and their importance in preserving plant biodiversity are also briefly described. As a result of the study, the first list of phanerophytes of the region's flora includes 890 herbarium specimens of 111 species belonging to 25 families and 43 genera. 29 species of these species have a tree and 82 species have a shrub life form.

Of these, according to the list formed on the basis of the "Red Book of the Republic of Uzbekistan" (2019), there are 2 families, 3 genera, 3 species, and 2 families, 4 genera, 4 species, according to the International "Red Book". When we analyzed endemic phanerophytes, it turned out that there are 2 families, 2 orders, and 2 species.

**Keywords:** Great and Small O‘radarya, territory, basin, flora, life form, phanerophyte, Red Book, endemic, family, order, species, herbarium specimen.

**Kirish.** Dunyoda antropogen omillarning tabiiy ekotizimlarga bo‘lgan ta‘sir ko‘lamining keskin oshishi biologik xilma-xillikning qisqarishi va uning inqirozini keltirib chiqarmoqda. Salbiy ta‘silarga moyil bo‘lgan flora obyektlarini muhofazalashning samarador yechimlarini ishlab chiqishda ular to‘g‘risidagi zamonaviy axborotlarni shakllantirish muhim sanaladi. Shunga ko‘ra, milliy floralar tarkibini inventarizatsiyalash, endem va kamayib borayotgan turlarning zamonaviy holatini baholash va ularni saqlab qolish bo‘yicha chora-tadbirlar ishlab chiqish ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

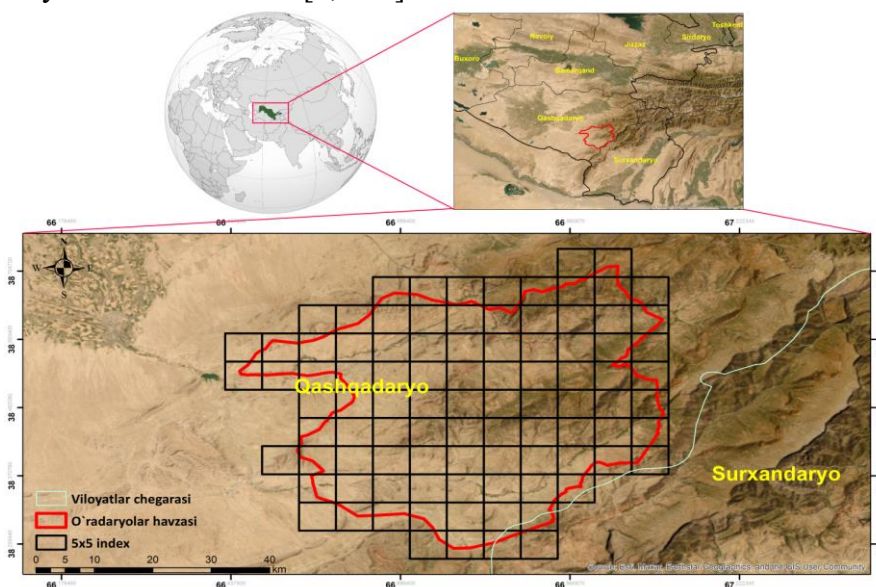
Katta va Kichik O‘radaryo havzasi o‘zining noyob florasini bilan G‘arbiy Hisor okrugida muhim o‘rin tutadi. Havzada respublikamiz florasini uchun aniqlangan endem va O‘zbekiston “Qizil kitobi” (2019) ga kiritilgan turlarni mavjudligi mazkur havza florasini yetarli darajada o‘rganilmaganligini ko‘rsatdi.

O‘zbekistonning botanik-geografik rayonlashtirish sxemasiga ko‘ra Katta va Kichik O‘radaryo havzasi Qashqadaryo botanik-geografik rayoni tarkibidagi Qashqadaryo havzasida joylashgan. [1; 1105-1132-s],

Katta va Kichik O‘radaryo hududida Janubi-G‘arbiy Hisor ushuncha xos bo‘lgan o‘la jinsli tuproqlar tarqalgan bo‘lib, hududning katta qismini egallaydi. Ma‘lumotlarga ko‘ra Qashqadaryo havzasida yuksak o‘simliklarni 1184 turi tarqalgan. [2; 31-b.]. Tadqiqot hududi dengiz sathidan 654-2875 m. balandlik chegaralarini o‘z ichiga olib, maydoni 17,265 km<sup>2</sup>. ga teng. Uning maydoni sharqdan-g‘arbga 63,32 km. shimoldan-janubga tomon 52,63 km. ga sho‘zilgan. Eng past nuqtasi Dehqonobod tumanining Bozortepa qishlog‘i (dengiz sathidan 654 m.) ga to‘g‘ri kelsa, eng baland nuqtasi esa Qamashi tumanining Qiziltom qishlog‘i va Maydanak observatoriyasi, Xon-taxti hududi (dengiz sathidan 2875 m.) ni qamrab oladi.

Katta O‘radaryo G‘uzordaryoning o‘ng irmog‘i, Hisor tizmasining g‘arbiy qismidagi Harkush dovonidan (3448 m.) boshlanadi. Uzunligi 113 km, havzasi 1410 km<sup>2</sup>. Kichik O‘radaryo G‘uzordaryoning chap irmog‘i hisoblanadi. Hisor tizmasining g‘arbiy qismidagi O‘lmas tog‘idan (2500–2700 m.) boshlanadi. Uzunligi 93 km, havzasining maydoni 1588 m<sup>2</sup> [3; 47-247-b.]. (1-rasm)

Katta va Kichik O‘radaryolar suv resurslaridan samarali foydalanish maqsadida ularning oqimida o‘tgan asrning 80-yillarida Pachkamar suv omborini barpo etilishi ushbu daryolar suvini G‘uzordaryoga quyilishini chekladi. Bu esa G‘uzordaryo havzasi florasiga o‘zining salbiy ta‘sirini ko‘rsatdi. [4; 167].



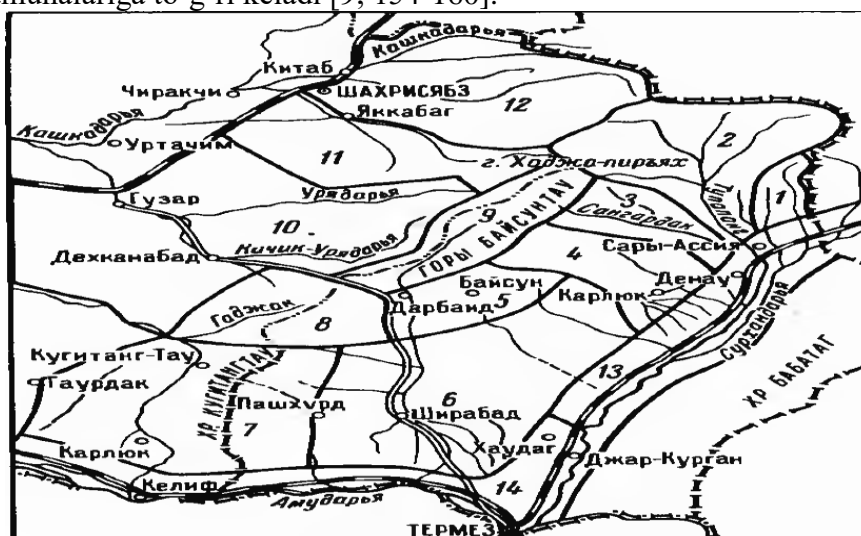
**1-rasm. Tadqiqot hududi.**

**Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi.** Kamyoblilik darajalari, endem turlar haqidagi ma‘lumotlar O‘zbekiston Respublikasi “Qizil kitobi” (2019) nashri bo‘yicha olindi. [5; 329].

Maqolada keltirilgan materiallar tadqiqot hududi va unga yondosh hududlarda olib borilgan tadqiqotlar natijalari, bajarilgan dissertatsiyalar hamda ilmiy maqolalarga tayanib olindi. Shu bilan birga 11 jildli “Определитель растений Средней Азии.” [6], 6 jildli “Флора Узбекистана” [7] hamda 30 jildidan iborat “Флора СССР” [8] materiallaridan foydalanib yozildi. Mazkur maqola O‘zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanib kelayotgan gerbariy va dala tadqiqotlarimizda terilgan gerbariy namunalariga asoslanib tayyorlandi.

Tadqiqot hududi florasi konspektini shakllantirishda va ularning tahlillarini amalga oshirishda, qariyb 130 yil davomida kollektorlar tomonidan yig‘ilgan turlarning gerbariy namunalari tahlil qilindi (1-jadval). Milliy gerbariy fondida saqlanib kelayotgan gerbariy materiallari tahlili shuni ko‘rsatdiki, O‘tgan vaqt mobaynida Katta va Kichik O‘radaryolar havzasida bir qancha botanik tadqiqotlar olib borilgan.

O‘zbekiston Milliy gerbariy ma‘lumotlariga asoslanib, shuni aytish mumkinki, hudud bo‘yicha dastlab V.I. Lipskiy (1897) va so‘nggi O.T.Turginov (2022) lar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan. To‘plangan ma‘lumotlarga ko‘ra gerbariy namunalarini ulushi A.Pyatayeva (1942-1980) 201 tur 495 ta namuna, E.Korotkova (1935-1972) 85 tur 143 namuna, A.Arnold (1942) 85 tur 114 namuna, S.N.Kudryashev (1935-941) 53 tur 67 namuna, M.G.Popov (1914-1916) 49 tur 62 namuna, A. Gnezdillo (1935) 42 tur 61 namuna, A. Li, B. Niyazov (1950-1959) 39 tur 62 namuna, N.Koshurnikova (1941-1956) 37 tur 43 namuna, O.Turginov (2011-2022) tomonidan terilgan 28 turga mansub 42 ta gerbariy namunalariga to‘g‘ri keladi [9; 154-160].



2-rasm. G‘arbiy Hisor botanik-geografik chegarasi (Vasilchenko I.T., Vasilyeva L.I.1985) [10].

**Natija va muhokama.** Katta va Kichik O‘radaryo havzasi fanerofitlari bo‘yicha to‘plangan ma‘lumotlar (1897-2022) va hozirda olib borayotgan tadqiqotlarimiz davomida terilgan gerbariy namunalari mazkur hududdan fanerofitlarning 100 dan ortiq turining 900 ga yaqin namunasi yig‘ilganligini ko‘rsatdi (1-jadval).

1-jadval

Tadqiqot hududidan terilgan fanerofitlarning kollektorlar bo‘yicha tahlili

№	Kollektor	Yillar	Tur soni	Gerbariy soni
1	M.Popov	1912-1916	4	5
2	A.Butkov	1933-1937	5	12
3	A.Granitov	1935	13	18
4	V.Bochansev, A.Butkov	1936	8	13
5	N.Koshurnikov	1941	8	13
6	A.Arnoldi	1942	5	6
7	E.Korotkova	1947-1959	7	15
8	A.Pyatayeva	1954-1956	28	74
9	O.Omonov	2022-2025	72	608

Milliy va Xalqaro gerbariy fondlarida saqlanayotgan gerbariy namunalari bo'yicha turlarning keltirilgan ro'yxatida Katta va Kichik O'radaryo havzasi uchun 256 turkum 55 oilaga mansub 606 turni o'z ichiga oladi. ushbu hududdan aniqlangan barcha o'simlik turlari ro'yxatga kiritilgan. Bunda har bir o'simlik turi uchun kamida bitta yorliq namunasidagi qabul qilingan nomlar (IPNI bo'yicha) va gerbariy raqamlari kiritilgan. Polimorf oilalar yetakchi uchligi *Asteraceae* (78), *Fabaceae* (73), *Apiaceae* (58) oilalariga to'g'ri keladi. Keyingi o'rinlarda *Poaceae* (50), *Lamiaceae* (38), *Boraginaceae* (35), *Liliaceae* (19), *Plantaginaceae* (17), *Amaryllidaceae* (16), *Brassicaceae* (16), *Ranunculaceae* (16), *Caprifoliaceae* (15) egallaydi [11; 185-195].

Katta va Kichik O'radaryolar havzasi florasidan fanerofitlarning 25 oila, 43 turkumga mansub 111 turning 890 ta gerbariy namunasi mavjud bo'lib, bu esa hozirga qadar umumiy floraning 7,94 %ni tashkil etadi. Fanerofit turlarning oilalar bo'yicha turkum va turlarning soni 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Oilalardagi fanerofit turkum va turlar soni

№	Oila	Tur-kum	%da	Tur	%da	№	Oila	Tur-kum	%da	Tur	%da
1	Rosaceae	7	16,28	30	27,02	14	Berberidaceae	1	2,32	2	1,8
2	Fabaceae	7	16,28	19	17,11	15	Cannabaceae	1	2,32	2	1,8
3	Tamaricaceae	2	4,65	11	10	16	Ulmaceae	1	2,32	2	1,8
4	Salicaceae	2	4,65	5	4,45	17	Cornaceae	1	2,32	1	0,9
5	Ephedraceae	1	2,32	5	4,45	18	Santalaceae	1	2,32	1	0,9
6	Rhamnaceae	3	6,98	4	3,6	19	Ranunculaceae	1	2,32	1	0,9
7	Polygonaceae	1	2,32	4	3,6	20	Betulaceae	1	2,32	1	0,9
8	Sapindaceae	1	2,32	4	3,6	21	Vitaceae	1	2,32	1	0,9
9	Oleaceae	2	4,65	3	2,7	22	Zygophyllaceae	1	2,32	1	0,9
10	Caprifoliaceae	1	2,32	3	2,7	23	Grossulariaceae	1	2,32	1	0,9
11	Cupressaceae	1	2,32	3	2,7	24	Amaranthaceae	1	2,32	1	0,9
12	Solanaceae	1	2,32	3	2,7	25	Anacardiaceae	1	2,32	1	0,9
13	Elaeagnaceae	2	4,65	2	1,8	<b>Жами:</b>		<b>43</b>	<b>100</b>	<b>111</b>	<b>100</b>

Fanerofit turkum va turlarining oilalar bo'yicha keltirilgan tahliliga ko'ra, *Rosaceae* oilasi 7 turkum (16,28%), 30 tur (27,02%), *Fabaceae* 7 turkum (16,28%), 19 tur (17,11%) va *Tamaricaceae* oilalari 2 turkum (4,65%), 11 tur (10%) bilan yetakchilik qilayotgan bo'lsa, *Cornaceae*, *Santalaceae*, *Ranunculaceae*, *Betulaceae*, *Vitaceae*, *Zygophyllaceae*, *Grossulariaceae*, *Amaranthaceae* va *Anacardiaceae* oilalarini esa 1 turkum (2,32%), 1 tur (0,9%) bilan quyi pog'onada ko'rishimiz mumkin.

Tadqiqot hududining bir qismi bo'lgan Xontaxti tog' tizmasi dendroflorasini o'rganish bo'yicha olib borgan tadqiqotlarimiz natijasida mazkur hududda 19 oila 29 turkumga mansub 66 turdan iboratligini, ularning 26 tasi daraxt, 40 tasi buta hayotiy shakliga mansubligini qayd qilgan edik. Unga ko'ra *Rosaceae* oilasiga mansub turlar 23 tani tashkil etib, umumiy dendrofloraning 35 % ni tashkil etadi. Keyingi o'rinlarda *Ephedraceae* Dumort, *Caprifoliaceae* va *Salicaceae* oilalarida 4 tadan tur bo'lsa, *Cannabaceae*, *Vitaceae* va *Betulaceae* oilalarida esa 1 tadan tur mavjudligi qayd qilingan. Unga ko'ra Qashqadaryo botanik-geografik rayoni janubi-g'arbiy qismi dendroflorasi tur tarkibi, tarqalishi, yashash muhiti tahlil qilinganda, mazkur hududda janubi-g'arbiy Hisor florasiga xos bo'lgan turlarni shakllanishi va tarqalishi hamda dendroflorani saqlanib qolishi uchun qulay sharoit mavjudligini ko'rsatgan [12; 15-17.].

O'zbekiston Respublikasi "Qizil kitobi" (2019) ga kiritilgan fanerofit turlarni tahlil qilganimizda Katta va Kichik O'radaryo havzalasi florasiga mansub 2 oila 3 turkum 3 tur mavjud bo'lib, fanerofitlarning 2,7%, Xalqaro "Qizil kitob"ga esa 2 oila 4 turkum 4 tur va'ni fanerofitlarning 3,6% ni tashkil etishi qayd qilindi (3-jadval).

3-jadval.

## Hudud florasini fanerofitlarining kamyoblik darajalari bo'yicha tahlili

№	Oila	Turkum	Tur	Maqomi	Hayotiy shakli
<b>“O‘zbekiston Respublikasi Qizil kitobi” (2019)</b>					
1.	<i>Fabaceae</i>	<i>Chesneya</i>	<i>Chesneya tribuloides</i>	3	Buta
2.	<i>Fabaceae</i>	<i>Eversmannia</i>	<i>Eversmannia botschantzevii</i>	2	Buta
3.	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Zizyphus</i>	<i>Zizyphus jujuba</i>	2	Buta
<b>Xalqaro Qizil kitob (IUCN)</b>					
4.	<i>Betulaceae</i>	<i>Betula</i>	<i>Betula tianschanica</i>	IUCN Red List EN A2ac B2ab(ii,iii)	Daraxt
5.	<i>Rosaceae</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus korshinskyi</i>	IUCN Red List CR B2ab(iii,v)	Daraxt
6.	<i>Rosaceae</i>	<i>Malus</i>	<i>Malus domestica</i> (= <i>M.sieversii</i> )	IUCN Red List VU A2cde	Daraxt
7.	<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus</i>	<i>Prunus bucharica</i> (= <i>Amygdalus bucharica</i> )	IUCN Red List VU B2ab(iii,v)	Daraxt

O‘radaryo havzalari florasini endem fanerofitlarini tahlilini qilganimizda 2 oila 2 turkum 2 turi borligi ma’lum bo‘ldi, bu esa xudud florasidagi mavjud 52 tur endemning 3,8%ni, umumiy floradagi ulushi juda kam (0,15%) ekanligini ko‘rsatdi.

4-jadval

## Katta va Kichik O‘radaryolar havzasi endem fanerofitlari tahlili

№	Oila	Turkum	Tur	Hayotiy shakli
1.	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Hammada</i>	<i>Hammada eriantha</i>	Buta
2.	<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa</i>	<i>Rosa sumneviczii</i>	Buta

B.Baysunov (2024) ma’lumotlarida Janubiy O‘zbekiston hududi uchun dendroflora tarkibidagi endemlarning dastlabki ro‘yxati (39 tur) keltirilgan bo‘lib ularning aksariyati xamefitlar ulushiga to‘g‘ri kelishi qayd qilingan [13; 46-b.].

Quyida Katta va Kichik O‘radaryo havzasi florasida tarqalgan Qashqadaryo endemi haqida ma’lumotlarni keltirib o‘tamiz.

***Rosa sumneviczii* Korotkova.** (*Rosaceae*) Katta O‘radaryo endemi.

*Dastlabki gerbariy namunasi terilgan joyi.* Западный Памиро-Алай. Отроги Зеравшанского хребта. Верхорья р. Катта-Уру-Дарья, в 12 км юго-восточнее от к. Ак-Кишлак, мелкоземистые склоны ущелья. Есть пятна выходов пестроцветных пород, высота 1900 м. 14.08.1937, Гранитов, Долгих (508) (67,086319 38,672239; h=1900).

*Yangi o‘shish joylari.* Dala tadqiqotlari davomida Katta O‘radaryo havzasida yangi o‘shish joylari aniqlandi (Qamashi tumani Qo‘shko‘l qishlog‘idan 3-4 km. shimoli-sharqda (N 38,655149 E 67,040456). 08.06.2024, h=2074 m., Dehqonobod tumani Oq qishloq, Shaxshar-soy, Qaynarbuloq hududi (N 38,64371, E 67,108879) 09.06.2024, h=1659 m.) dan gerbariy namunalari terildi va TASH fondiga topshirildi [4; 167.].



1-rasm. *Rosa sumneviczii* (Korotkova E. Катта-Ура-Дарья к. Ак-Кишлак (chapda)), Qamashi tumani Qo‘shko‘l qishlog‘i, Gavaz-ota (o‘ngda) [4; 170-b.].

**Xulosa.** Katta va Kichik O'radaryo havzalari florasini fanerofitlari 25 oila 43 turkumga mansub 111 ta turni tashkil etadi. Ulardan 29 turi daraxt va 82 turi buta hayotiy shakliga ega. Shundan "O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi" (2019) ga 2 oila 3 turkum mansub 3 tur kiritilgan. Bu tadqiqot hududi fanerofitlarning 2,7%ini tashkil qiladi. Xalqaro "Qizil kitob"ga esa 2 oila 4 turkumga mansub 4 ta tur kiritilgan bo'lib, bu hududdagi barcha fanerofitlarning 3,6%ini tashkil qiladi. O'rganilgan fanerofitlar ichida 2 oila 2 turkumga mansub 2 ta endem tur mavjud bo'lib, bu esa hudud florasidagi mavjud 52 tur endemning [4; 166-173-b.] 3,8% ni tashkil etadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Попов В.А. Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал, 2016. Т. 101, №10. – С. 1105-1132.
2. Мустафаев С.М. Растительные ресурсы бассейна реки Кашкадарья. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Ташкент, 1966. – 31 с.
3. Ўзбекистон Миллий Энциклопедияси. I-жилд. Тошкент, 2000-йил. 47-247-бетлар.
4. Омонов, 2025. KATTA VA KICHIK O'RADARYO HAVZALARI FLORASINING ENDEM TURLARI BO'YICHA TAHLILIGA DOIR. FarDU. Ilmiy xabarlar ISSN 2181-1571., 3/2025. 166-173-bet.
5. O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi. T: "Chinor ENK" 2019. T.329-bet.
6. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. В I-X. Т. - Ташкент: Фан, 1968-2016.
7. Флора Узбекистана. В 6 т. – Ташкент: изд. АН УзССР, 1941-1963.
8. Флора СССР. В 30 т. - М.Л.: изд. АН СССР, 1934-1960 г.
9. Омонов О.Э. Катта ва Кичик Ўрадарё ҳавзаси флора ва ўсимликлар қопламининг ўрганилиш тарихи). QarDU xabarları. 2024, 2/2., 154-160-betlar.
10. Васильченко И. Т., Васильева Л. И. Эндемичные и редкие растения Западного Гиссара // Растения Средней Азии. – Л. : Наука, 1985. – С. 42–121.
11. Омонов О.Э. O'radaryo havzasi florasining dastlabki ro'yxati (O'zbekiston Milliy gerbariy fondi gerbariyasi asosida). QarDU xabarları. 2024, 2/4. 185-195-b.]
12. Байсунов Б.Х., Омонов О.Э., Бухоров Ж. QASHQADARYO BOTANIK-GEOGRAFIK RAYONI JANUBI-G'ARBIY QISMI (XONTAXTA TOG' MASSIVI) DENDROFLORASI. "ЗАМОНАВИЙ ГЕОГРАФИЯДА ИННОВАЦИОН ҒОЯЛАР: РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ВА ГИС ТЕХНОЛОГИЯЛАР" мавзусидаги Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi MATERIALLARI TO'PLAMI I-QISM, Qarshi, 2024 йил 15-17-бетлар.
13. Байсунов Б.Х. Жанубий Ўзбекистон дендрофлораси эндемизмига бағишланган айрим шарҳлар "Markaziy Osiyoda biologik xilma-xillikni saqlash: muammolar, yechimlar va istiqbollari/ I Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Namangan, 2024. – 46-b.".

### СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОЖУРЫ ЗРЕЛЫХ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И ВНУТРИВИДОВЫХ РАЗНООБРАЗИЙ ХЛОПЧАТНИКА

**Н.В.Тутушкина**

Национальный педагогический  
университет Узбекистана им. Низами, доцент, PhD

[sail8484@mail.ru](mailto:sail8484@mail.ru)

ORCID 0009-0009-6495-6208

УДК 581.829

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются проблемы исследования интродуцированного хлопчатника в Узбекистане. Одной из них является корреляция между структурными показателями кожуры зрелого семени и образованием порока «кожица с волокном», то есть засорённого волокна. Проведённые анатомические исследования позволили выявить различия в структурных характеристиках, оказывающих влияние на показатель засорённости хлопка-сырца. Среди изученных 7 представителей 5 имеют каменистую кожуру зрелого семени, за исключением *G. barbadense ssp. vitifolium f. brasilense* и *G. barbadense ssp. ruderale f. pisco*. У всех исследованных образцов толщина кожуры в халазальной части не превышает 600 мкм, а разница толщины кожуры в средней и халазальной частях не превышает 400 мкм. Следовательно, у этих представителей вероятность появления порока «кожица с волокном» является низкой.

**Ключевые слова.** *Gossypium*, воздухоносная полость, кожура семени, каменистость,

эпидерма, паренхима, интегумент.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada O'zbekistonda introduksiyalangan paxtani o'rganish muammolari ochib berilgan bo'lib, ulardan biri etuk chigit po'stlog'ining strukturaviy ko'rsatkichlarining o'zaro bog'liqligi va "po'stlog'ining tola bilan" nuqsioni, ya'ni ifloslangan tola hosil bo'lishidir. Anatomik tadqiqot o'tkazildi, natijada paxta xomashyosining ifloslanish darajasiga ta'sir qiluvchi tarkibiy ko'rsatkichlardagi farqlar aniqlandi. 7 ta o'rganilgan vakillar orasida 5 tasi etuk urug'ning toshli qobig'iga ega, *G. barbadense ssp bundan mustasno. vitifolium f. brasilense* va *G. barbadense ssp. ruderales f. pisco*. Barcha o'rganilgan vakillar orasida chalazal qismida po'stlog'ining qalinligi 600 mkm dan oshmaydi va o'rta va chalazal qismlarida po'stlog'ining qalinligi farqi 400 mkm dan oshmaydi, shuning uchun bu vakillarda "tolali teri" nuqsoning paydo bo'lish ehtimoli past.

**Kalit so'zlar.** *Gossypium*, havo saqlovchi bo'shlig'i, urug' kobig'i, toshsimonlik, epiderma, parenxima, integument.

**Актуальность.** Семенная кожура цветковых растений на протяжении более ста лет привлекает внимание ботаников различных направлений и профилей, являясь объектом как прикладных, так и фундаментальных исследований. В научной литературе накоплено значительное число работ отечественных и зарубежных авторов, посвящённых изучению структуры семенной кожуры у различных видов растений.

Анализ литературы показал, что у цветковых растений она развивается из интегументов семязачатков и подвергается различным структурным изменениям, в зависимости от таксономического положения и экологических условий [1, 2, 3]. Признаки морфологического и анатомического строения семенной кожуры достаточно широко используются учеными в качестве таксономических и привлекаются для решения спорных вопросов систематики и филогении. Именно эти признаки имеют иногда решающее значение, на основании которых виды относят к определенным трибам, семействам и родам. Интерес отечественных и зарубежных исследователей к анатомии зрелых семян не ослабевает и в последние десятилетия. Имеется ряд работ, посвященных изучению спермодермы и ультраструктуры поверхности семян представителей различных семейств, представителей таксонов различного ранга в связи с их систематикой и филогенией. По структуре семенной кожуры можно судить и об уровне эволюционной продвинутости той или иной систематической группы [4, 5, 6, 7].

В литературе по хлопчатнику очень мало сведений о темпе роста и развития тканей, слагающих интегументы семязачатков [8, 9, 10], и особенно у культурных сортов. Не определены признаки сходства и различий, не выявлены особенности формирования и закономерности развития кожуры семян дикорастущих представителей и культурных сортов диплоидных и тетраплоидных видов рода *Gossypium*. Отсутствуют данные о динамике роста семязачатков и завязей, количестве семязачатков в разновозрастных завязях.

Целью исследования являлось установления корреляции размеров воздухоносной полости и хозяйственно-ценных признаков у диких видов хлопчатника.

**Методы и материалы.** Опыты проводились с 2018 до 2021 гг. Семенной материал получен из коллекции генофонда хлопчатника лаборатории систематики и интродукции хлопчатника. Известно, что кожура семян диких видов каменистая. Поэтому семена проращивали в термостате при температуре 25-27<sup>0</sup> С в чашках Петри, предварительно подрезалась микропилярная часть семян, затем семена обрабатывались в слабом растворе перманганата калия и ополаскивались в дистиллированной воде. Проросшие семена высаживали в стаканчики с земляной смесью (почва-1 часть, песок-2 части). Проростки, образовавшие 2-3 настоящих листочков, пересаживались в сосуды Вагнера. Изучали по 10 растений каждого вида, выращенных в сосудах Вагнера в тепличных условиях и под фотопериодическими вагончиками. В период вегетации проводили этикетирование, фенологические наблюдения, учеты. Для анатомического анализа проводилась фиксация (в 50% этаноле) зрелых семян. Анатомические исследования выполнены согласно принятой методики Барыкиной Р.П. (2000) [11]. При проведении исследований использовались микроскопы «CEIS». Измерения

структурных элементов интегументов семязачатков и кожуры зрелых семян проводили с помощью винтового окуляра микрометра МОВ-15.

В качестве объекта исследования послужили 7 диких представители рода *Gossypium* L.: *G. mustelinum*, *G. hirsutum* ssp. *glabrum* f. *mary galante*, *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* var. *microcarpum palmeri*, *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* var. *nervosum*, *G. barbadense* ssp. *vitifolium* f. *brasilense*, *G. barbadense* ssp. *ruderales* f. *pisco*, *G. darwinii*.

**Результаты и обсуждение.** Порок «кожица с волокном» является одним из наиболее злостных пороков волокна, образующихся при первичной обработке хлопка, представляют собой частицы кожуры семян хлопчатника с прядками волокна разной длины. К порокам «кожицы с волокном» относятся мелкие до 2 мм<sup>2</sup> частицы кожуры с волокном и более крупные частицы кожуры с волокном, именующиеся «битым семенем».

Эти пороки ввиду идентичности с волокном трудно выделяются из общей массы в технологических процессах первичной обработки и прядения, переходят в пряжу и ткань, образуя черные неокрашенные точки на поверхности ткани, снижают выход волокна, выход холстов и чесальной ленты в прядении, увеличивают обрывность.

Эти пороки образуются в результате механического повреждения семян при сборе и переработке хлопка, дробления улюка и, особенно, при отслоении кожицы с халазальной части семян отдельных сортов хлопчатника. Все селекционные сорта при первичной обработке образуют «кожицу с волокном» и «битое семя». При этом величина пороков зависит от биологических особенностей селекционных сортов хлопчатника и изменяется в широких пределах от 0,4 до 3,0 и более процентов.

Для возможности характеристики селекционных сортов по степени образования пороков «кожица с волокном» и «битое семя» по малым и единичным пробам существует способы оценки, основанные на авторских свидетельствах № 907092 от 21.10.1981 [12]. Ш.Х. Урманова и З.А. Кашкаровой «Способ определения ожидаемого содержания порока «кожица с волокном» в волокне при первичной переработке хлопка» и № 622882 от 15.05.1978 [13]. «Способ оценки предрасположенности семян хлопчатника к порокообразованию.»

Предрасположенность кожуры семян хлопчатника к порокообразованию оценивается двумя взаимосвязанными факторами – толщиной кожуры халазы и разностью толщин семенной кожуры на участках «халаза» и «бок».

Согласно методики Ш.Х. Урманова и З.А. Кашкаровой, если в общем объеме количество семян в пробе с толщиной кожуры халазы 600 мкм и выше до 40%, то величина фракций «кожица с волокном» и «битое семя» составляет не более 30%, от общей величины содержания пороков и сорных примесей. Если в пробе имеется до 50% семян с критической толщиной кожуры халазы (600 мкм и выше), то величина порока возрастает, но общее содержание пороков и сорных примесей в волокне будет соответствовать требованиям ГОСТа 3272-76. Если же указанных семян будет свыше 50 %, то содержание пороков и сорных примесей превысит нормы ГОСТа из-за высокого содержания в волокне пороков «кожица с волокном» и «битое семя». Вместе с тем, чем больше среднеарифметическая разность толщины халазальной и боковой поверхности, тем выше вероятность образования пороков «кожица с волокном» и «битое семя» в волокне при первичной переработке определенного сорта хлопчатника.

При анализе всех изученных представителей можно сделать вывод, что все семена имеют более тонкую кожуру в халазальной части (рис. 1). Максимальным значением разности считается 400 мкм. Если эта величина меньше 400 мкм, то содержание пороков и сорных примесей в волокне будет, ниже или в норме, если разность выше 400 мкм – содержание пороков и сорных примесей в волокне будет превышать нормы. У всех разность не превышает 100 мкм (табл. 1).

Предположительно можно сказать по поводу воздухоносной полости, что ее отсутствие – это признак исконно диких представителей вида. Чем больше размер воздухоносной полости, тем более продвинутый представитель. Таким образом все изученные представители имеют воздухоносную полость не больших размеров, за

исключением *G. darwinii*, у него вообще отсутствует воздухоносная полость. Среди изученных видов наиболее выделяется размерами воздухоносной полости *G. mustelinum* ( $527,3 \pm 19,4$  мкм).

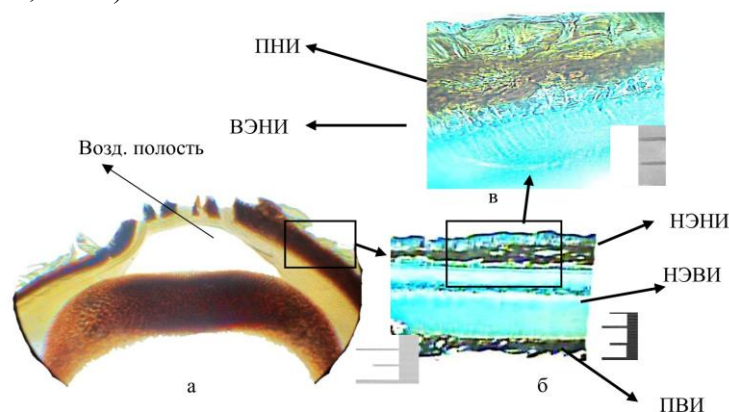


Рисунок 1. Фрагменты основных элементов кожуры зрелого семени  
а – срез кожуры в халазальной части семени 10-ти кр.ув.  
б – кожура семени 40-ка кр.ув.  
в – кожура семени 100 кр.ув.

Таблица 1.

Размеры некоторых структур кожуры зрелого семени

№	НЭНИ	ПНИ	ВЭНИ	Ширина воздухоносной полости	Высота кожуры		
					в халазе	в средней части	Разность
1	35,7±2,1	64,5±8,3	18,3±1,2	527,3±19,4	297,1±18,3	367,2±22,2	70,1±1,3
2	36,0±1,1	20,0±0,8	15,8±0,6	131,2±14,5	239,6±24,1	295,6±3,6	56,7±1,1
3	32,87±3,5	16,8±1,4	15,3±1,5	111,7±16,1	251,2±26,7	278,1±26,2	26,9±0,9
4	35,7±2,9	38,7±3,2	19,7±1,9	148,2±14,7	265,5±19,1	314,5±24,8	49,0±1,3
5	40,4±5,2	25,1±2,6	45,7±5,3	70,9±4,6	238,1±22,6	232,1±24,7	8,1±0,3
6	80,3±7,9	35,4±3,1	55,4±5,1	131,4±13,0	263,4±18,3	366,4±25,8	100,3±4,7
7	42,3±2,6	35,9±1,6	18,1±0,9	-	249,7±15,3	307,5±4,9	57,8±2,5

1. *G. mustelinum*
2. *G. hirsutum* ssp. *glabrum* f. *mary galante*
3. *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* var. *microcarpum palmeri*
4. *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* var. *nervosum*
5. *G. barbadense* ssp. *vitifolium* f. *brasiliense*
6. *G. barbadense* ssp. *ruderales* f. *pisco*
7. *G. darwinii*

Также можно сказать, что, чем меньше разность между размерами ширины (толщины) кожуры семени в средней и халазальной части, тем более «каменистое» семя. Если разность у диких представителей будет соответствовать значению  $0 < x > 60$  мкм, то семя будет «каменистое». Сравнивая дикие виды «каменистое» семя имеют *G. darwinii*, *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* var. *microcarpum palmeri*, *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* var. *nervosum*. Также можно сказать, что чем больше выше указанная разность толщин, тем более продвинутый представитель. Таким образом, можно сказать, что наличие или отсутствие воздухоносной полости есть диагностических значимый признак. Чем больше ее размеры, тем более продвинутый представитель. Чем меньше разность размеров толщины кожуры зрелого семени в средней части и халазальной, тем тверже кожура семени.

**Выводы.** Среди изученных 7 представителей 5 имеют каменистую кожуру зрелого семени, за исключением *G. barbadense* ssp. *vitifolium* f. *brasiliense* и *G. barbadense* ssp. *ruderales* f. *pisco*. Среди всех изученных представителей толщина

кожуры в халазальной части не превышает 600 мкм, а также разность толщин кожуры в средней и халазальной частях не превышает 400 мкм, следовательно, у этих представителей вероятность появления пороков «кожица с волокном» низкая.

### Список использованной литературы

1. Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя – Ленинград: Наука, 1990. – 202с.
2. Бобров А.В. Морфология и ультраструктура семян *Sephalotaxus* в связи с проблемами системы рода // Ботанический журнал. – 2001. - №5. – С. 50-65.
3. Бурляева М.О. Сравнительно-анатомическая характеристика семенной кожуры видов р. *Lathyrus* в связи с его систематикой // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI вв. – С.-Птб., 1998. – Т1. – С. 17.
4. Терехин Э. С. Семя и семенное размножение. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 1996. – 375 с.
5. Шамров И.И. Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение. – Москва: Товарищество научных изданий КМК., 2008. – 350 с.
6. Patil, Pravin; Malik, Surendra; Sutar, Shrikant; Yadav, S. R.; John, Joseph; Bhat, K. V Taxonomic importance of seed macro- and micro-morphology in *Abelmoschus* Medik. (Malvaceae) Nordic Journal of Botany. Exploring the botanical biodiversity on Earth. – 2015. – N 5. – P. 114-123.
7. Stewart J.M. Potential for crop improvement with exotic germplasm and genetic engineering // Constable G.A. and Forzester N.W. eds CSIRO. – Melbourne, 1995. – P. 313-327.
8. Кадырова Н.З., Абдулов И.А., Азимова Д.Э. Изучение семенной продуктивности хлопчатника на линиях генетической коллекции // Генофонд мирового разнообразия хлопчатника – основа фундаментальных и прикладных исследований: Материалы докладов международной конференции. – Ташкент, 2010. – С. 188-190.
9. Дулёва Д.И. Биология цветения и динамика плодообразования сортов хлопчатника вида *G. hirsutum* L.: Автореф. дисс...канд. биол. наук. – Астрахань, 2008. – 20 с.
10. N.V. Tutushkina Structura of ripe seed of wild diploid representatives of *Gossypium* L. July 2024 BIO Web of Conferences, 116.
11. Barykina R.P., Veselova T.D., Devyatov A.G., Dzhililova H.Kh., Ilyina G.M., Chubatova N.V. Fundamentals of microtechnical research of botany. reference guide. - Moscow, 2000. -129 p
12. Урманов Ш.Х., Кашкарова З.А. Способ определения ожидаемого содержания порока «кожица с волокном» в волокне при первичной переработке хлопка. - Ташкент, № 907092 от 21.10.1981.
13. Урманов Ш.Х., Кашкарова З.А. Способ оценки предрасположенности семян хлопчатника к порокообразованию. - Ташкент № 622882 от 15.05.1978.

## XORAZM VILOYATI TUPROQ-IQLIM SHAROITIDA KANAKUNJUT NAVLARI BARGLARIDA TRANSPIRATSIYA JADALLIGI

**D.A.Raximbayeva**

Xorazm Ma'mun akademiyasi  
tayanch doktoranti(PhD)

[dilfuzarahimbayeva@gmail.com](mailto:dilfuzarahimbayeva@gmail.com)

ORCID 0009-0005-5759-4940

UDK 633.88: 58.1.1+581.6

**Annotatsiya.** Kanakunjut (*Ricinus Communis* L.) o'simligi Xorazm viloyatida birmuncha yangi ekin hisoblanganligi sababli, viloyat tuproq-iqlim sharoitida yetishtirish texnologiyasi, fiziologik xususiyatlari va biokimyoviy tarkibi, shuningdek, qo'llash imkoniyatlari kam o'rganilgan. Shu boisdan ham ushbu maqolada kanakunjutning Zanzibarskaya, Gibsona, Impala va Xersonskaya-10 navlarining transpiratsiya jadalligi haqida ma'lumotlar keltirilgan. O'tkazilgan ilmiy tadqiqot ishlari bo'yicha shunday xulosalarga kelish mumkin, o'rganilayotgan kanakunjut navlarining 4 ta navida ham, ya'ni Zanzibarskaya, Gibsona, Impala va Xersonskaya-10 navlarida rivojlanish fazalarining barcha bosqichlarida transpiratsiya jadalligining ikki marta oshib kamayganligi kuzatildi. O'tkazilgan ko'p yillik tajribalar natijalariga ko'ra, Xorazm viloyatining o'rtacha sho'rlangan va sug'oriladigan o'tloqi – allyuvial tuproqlari sharoitida kanakunjutning, Impala va Gibsona navlari ekin maydonlarini kengaytirish va katta plantatsiyalarga ekish maqsadga muvofiqdir.

**Kalit so'zlar.** Kanakunjut, nav, suv almashinish xususiyatlari, transpiratsiya jadalligi, fotosintez.

---

**THE INTENSITY OF TRANSPIRATION IN THE LEAVES OF SESAME VARIETIES UNDER THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE KHOREZM REGION**

---

**Abstract.** Since the castor plant (*Ricinus Communis* L.) is considered a relatively new crop in the Khorezm region, its cultivation technology, physiological characteristics, biochemical composition, and application potential have not been thoroughly studied under the soil and climatic conditions of the region. Therefore, this article provides data on the transpiration intensity of the Zanzibarskaya, Gibsona, Impala, and Khersonskaya-10 varieties of castor. Based on the conducted scientific research, it can be concluded that in all four studied varieties — Zanzibarskaya, Gibsona, Impala, and Khersonskaya-10 — transpiration intensity doubled and decreased twice during all stages of development. According to the results of many years of experiments, it is advisable to expand the cultivation areas and plant large plantations of the Impala and Gibsona varieties of castor in the moderately saline, irrigated meadow-alluvial soils of the Khorezm region.

**Keywords.** Sesame, variety, water exchange characteristics, transpiration intensity, photosynthesis.

**Kirish.** Ma'lumki, transpiratsiya jadalligi – bu o'simlikning barglari orqali suvni bug'latish tezligining o'lchovidir. Transpiratsiya jadalligi atrof-muhit sharoitlari, o'simlikdagi barglar soni, barglardagi labchalar soni, barg og'izchalaridagi tuklarning ko'p yoki ozligi, karbonat angidrid moddasining yutilish miqdori, shuningdek, aynan mazkur o'simlik turining vegetatsion rivojlanish bosqichlari kabi turli omillarga qarab o'zgaradi. U vaqt birligi (soat) asosida barg maydonining sathi bilan (kvadrat detsimetrda) bug'langan suv miqdori (grammda) bilan o'lchanadi [1].

Keyingi yillarda olimlar tomonidan o'simliklarning noqulay tuproq-iqlim sharoitlari va turli xil stress omillar ta'siriga chidamliligini oshirish maqsadida ularda kechadigan fiziologik va biokimyoviy jarayonlarni tadqiq qilishga qiziqish ortib bormoqda [5].

Barcha fiziologik jarayonlar yig'indisining ajralmas ko'rsatkichi bo'lgan o'simliklarning mahsuldorligi uning suv rejimlari bilan chambarchas bog'liqdir. O'simliklarda suv almashinuvini tartibga solishda transpiratsiya jarayoni muhim rol o'ynaydi [7].

O'simliklarning suv rejimi umumiy metabolik jarayonning bir qismi bo'lib, ular o'simlik organizmida suv rejimini tartibga solishning eng muhim usullaridan biri transpiratsiya hisoblanadi [10].

Odatda, transpiratsiya jadalligi kunduzi 15 dan 250 g/m<sup>2</sup>/soatgacha o'zgarib turadi, kechasi esa 7-20 g/m<sup>2</sup>/soatgacha kamayishi mumkin. Transpiratsiya jadalligi ko'plab ichki va tashqi omillarga (tuproqdagi suv miqdori, atmosferaning suv bug'lari bilan to'yinganligi, shamol tezligi, havo harorati va boshqalar) bog'liq [2].

Suv almashinuvi xususiyatlari gaz almashinuvi kabi o'simliklar hayotida muhim o'rin tutadi. O'simliklardagi deyarli barcha fiziologik va biokimyoviy jarayonlar suv ishtirokida sodir bo'ladi. Suv almashinuv xususiyatlarini tasvirlovchi asosiy ko'rsatkichlarga o'simlik barglaridagi transpiratsiya jadalligi, suv tanqisligi hamda suv saqlash qobiliyati kiradi. Shuning uchun ham bu ko'rsatkichning qiymatiga qarab, o'simliklarning qurg'oqchilik va sho'rlanishga chidamliligini aniqlashda keng foydalanish mumkin [3].

Ushbu jarayonning yuqori jadalligi bilan ajralib turadigan o'simlik genotiplari hosil elementlarining maksimal darajada ko'pligi va yuqori sifatli hosil to'plashi bilan xarakterlanadi. Transpiratsiya jadalligi o'simlik organizmidagi boshqa sifat va miqdoriy belgilar kabi genetik jihatidan determinantlangan va uning fenotipligi bo'yicha o'zini namoyon qilishi genotip bilan bir qator enzogen va endogen omillarning o'zaro ta'sirlashishiga bog'liq ravishda o'zgarib turadi [6].

Tuproqning sho'rlanganlik darajasi oshgan sayin transpiratsiya jadalligi va o'simlik namligining bug'lanish miqdori keskin pasayadi. Sho'rlangan tuproqlarda tuproq

namligining oshishi o'simlikning suv bilan ta'minlanganlik darajasini yaxshilaydi. Demak, sho'rlangan tuproqlarda o'sadigan o'simliklar hujayra shirasining konsentratsiyasini normal holatda saqlash uchun suv sarfini mo'tadillashtiradi [9].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Bizning ilmiy tadqiqotlarimizda biologik talablar asosida Xorazm viloyati tuproq-iqlim sharoitida kanakunjut (*Ricinus communis* L.) o'simligining navlarini yetishtirish jarayonida uning ekologik-biologik xususiyatlarini o'rganish, xususan, kanakunjutning Zanzibarskaya, Gibsona, Impala va Xersonskaya-10 navlarini transpiratsiya jadalligini tadqiq qilish maqsad qilingan.

Tajriba dalalarining tuproqlari asosan o'tloqi-allyuvial tuproqlar hisoblanadi. Ushbu turdagi tuproqlar Amudaryoning quyi oqimidagi yerlarni egallab, Xorazm viloyatidagi ekin maydonlarining 34,2 foizini tashkil qiladi. Ular Amudaryoning hozirgi delta sharoitida shakllangan. Yerosti suvlari minerallashgan va 1–3 m chuqurlikda joylashgan. Agrokimyoviy xossalari bo'yicha tajriba maydoni tuproqlari karbonatlashgan, kam strukturali, chirindi miqdorining kamligi va sho'rlanishga moyilligi bilan ajralib turadi. Tajriba tuproqlari asosan o'rtacha sho'rlangan bo'lib, xlorid-sulfatli tipga mansub.

Mazkur dorivor o'simlik respublikamizning boshqa hududlarida o'rganilgan bo'lishiga qaramay, Xorazm viloyati sharoitida suv almashinuv xususiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar umuman yo'q. Ilmiy izlanishlar Xorazm viloyati Xiva tumani hududida joylashgan O'rmon xo'jaligi ilmiy-tadqiqot institutiga qarashli Qoraqum ilmiy tajriba stansiyasining tajriba dalalarida amalga oshirildi.

Fenologik kuzatuv ma'lumotlariga ishlov berish V.N. Nilov usuli [8]. bo'yicha qo'shimchalarni inobatga olgan holda amalga oshirildi.

Fenologik kuzatishlar urug'lar unib chiqqandan to pishib yetilgunga qadar amalga oshirildi. Rivojlanish fazasining boshlanishi o'simliklarning – 10 foizida namoyon bo'lganda, to'liq fazada esa – 75 foiz kuzatilgan vaqtda deb qabul qilindi [4].

Kanakunjut navlarida o'sish va rivojlanish dinamikasi ikkita chegaradosh bo'lmagan takroriyliklardagi maydonchalarning diagonal bo'yicha 50 ta o'simliklarni o'lchash orqali hisoblandi. O'lchashlar har bir tajriba maydonchasining 10 ta nuqtasida o'tkazildi.

O'rganilgan o'simliklarning qurg'oqchilikka barqarorlik darajasining ilmiy asosi sifatida transpiratsiya jadalligi o'rganildi. Transpiratsiya jadalligi torzion tarozida barglarning tezlik bilan tortib olish usuli bo'yicha aniqlandi [8]. Tajriba kuniga 7 marta, ertalab soat 8 dan kech soat 20 gacha 3 karra takrorlik asosida olib borildi.

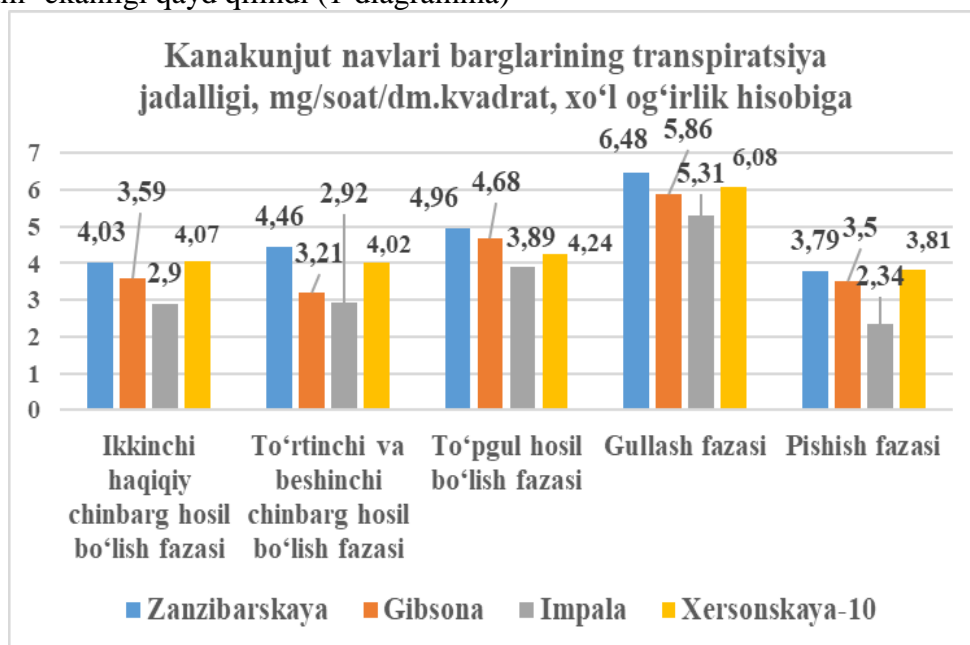
**Natijalar va muhokama.** O'zbekiston sharoitida introduksiya qilinayotgan o'simliklarni o'rganishda ko'pgina omillarga e'tibor berish zarur. Bulardan asosiylari tuproqdagi namlik va havo haroratidir. Shunday ekan, namlikning tanqisligi va yuqori harorat shu sharoitda o'suvchi o'simliklarning o'sishi va rivojlanishini muayyan darajada belgilovchi omillardan bo'lganligi bois, ularning suv rejimini o'rganishni talab qiladi.

Ko'pchilikka ma'lumki, barglardagi suvning intensiv bug'lanishi ham ularning hujayralarida suv potensialining pasayishiga va ularga poya va ildizdan suv kirishiga olib keladi. Transpiratsiya natijasida suvning o'simlik bo'ylab harakatlanishi transpiratsiya oqimi deb ataladi. Ildiz bosimi, suv molekullari orasidagi yopishish va transpiratsiya kuchlarining kombinatsiyasi tufayli suv o'simlik bo'ylab o'nlab metrarga ko'tarilishi mumkin (daraxt turlarida bu jarayonda tirik ildiz hujayralari muhim rol o'ynaydi). Suvning o'simlik tanasida harakatlanish tezligi kunduzi ayniqsa yuqori bo'ladi [11].

Tajribalarda kanakunjutning Zanzibarskaya, Gibsona, Impala va Xersonskaya-10 navlarida vegetatsiya jarayonining chinbarg chiqarish, to'pgul hosil qilish, gullash va pishish fazalarida suv almashinuvi xususiyatlaridan transpiratsiya jadalligi o'rganildi.

Kanakunjut o'simligi navlari vegetatsiyasining boshida, ya'ni ikkinchi haqiqiy chinbarg hosil bo'lish fazasida Zanzibarskaya navida o'rtacha, 4,03 mg/soat/dm<sup>2</sup> ni tashkil qilgan bo'lsa, Gibsona navida 3,59 mg/soat/dm<sup>2</sup>, Impala navida 2,90 mg/soat/dm<sup>2</sup> hamda kanakunjutning Xersonskaya-10 navida 4,07 mg/soat/dm<sup>2</sup> ekanligi aniqlandi.

To'rtinchi va beshinchi chinbarg hosil bo'lish fazasida esa transpiratsiya jadalligi mos ravishda o'rtacha 4,46 mg/soat/dm<sup>2</sup>; 3,21 mg/soat/dm<sup>2</sup>; 2,92 mg/soat/dm<sup>2</sup> va 4,02 mg/soat/dm<sup>2</sup> ekanligi qayd qilindi (1-diagramma)



1-diagramma. Kanakunjut navlari barglarining transpiratsiya jadalligi, mg/soat/dm.kvadrat, xo'l og'irlik hisobiga

Vegetatsiya davrining o'rtalariga kelib, ya'ni to'pgul hosil bo'lish fazasida transpiratsiya jadalligi Zanzibarskaya navida o'rtacha 4,96 mg/soat/dm<sup>2</sup> ekanligi kuzatilgan bo'lsa, Gibsona navida ushbu ko'rsatkich 4,68 mg/soat/dm<sup>2</sup> ni tashkil qildi. Kanakunjutning Impala navi barglarida transpiratsiya jadalligi tadqiq qilinganida esa 3,89 mg/soat/dm<sup>2</sup> va nazorat nav, ya'ni Xersonskaya- 10 navida 4,24 mg/soat/dm<sup>2</sup> ekanligi kuzatildi (1-jadval).

1-jadval

Kanakunjut navlari barglarining transpiratsiya jadalligi, mg/soat/dm. kvadrat, ho'l og'irlik hisobiga

Kanakunjut navlari	Soat							Kunlik o'rtacha
	8 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup>	12 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	20 <sup>00</sup>	
Ikkinchi haqiqiy chinbarg hosil bo'lish fazasi								
Zanzibarskaya	3,07	3,75	4,26	4,61	4,92	4,09	3,56	4,03
Gibsona	2,97	3,22	3,67	3,97	4,25	3,96	3,11	3,59
Impala	2,28	2,51	2,93	3,17	3,66	3,12	2,64	2,90
Xersonskaya -10	3,39	3,91	4,19	4,45	4,78	4,20	3,58	4,07
To'rtinchi va beshinchi chinbarg hosil bo'lish fazasi								
Zanzibarskaya	3,64	4,17	4,59	4,93	5,27	4,52	4,11	4,46
Gibsona	2,54	2,84	3,17	3,48	3,77	3,52	3,18	3,21
Impala	2,28	2,49	2,81	3,03	3,53	3,24	3,06	2,92
Xersonskaya -10	3,57	3,84	4,05	4,36	4,66	4,01	3,71	4,02
To'pgul hosil bo'lish fazasi								
Zanzibarskaya	4,05	4,42	4,87	5,36	5,73	5,26	5,05	4,96
Gibsona	3,82	4,09	4,46	4,98	5,47	5,17	4,78	4,68
Impala	3,08	3,41	3,89	4,12	4,63	4,15	4,00	3,89
Xersonskaya -10	3,66	3,91	4,15	4,52	4,79	4,54	4,13	4,24
Gullash fazasi								
Zanzibarskaya	5,78	6,18	6,52	6,83	7,06	6,71	6,33	6,48

Gibsona	5,04	5,59	5,84	6,19	6,44	6,11	5,87	5,86
Impala	4,48	4,85	5,26	5,67	6,11	5,63	5,22	5,31
Xersonskaya -10	5,36	5,68	5,97	6,43	6,74	6,33	6,07	6,08
Pishish fazasi								
Zanzibarskaya	3,32	3,69	3,91	4,13	4,37	3,76	3,39	3,79
Gibsona	2,86	3,14	3,62	3,97	4,23	3,61	3,12	3,50
Impala	2,56	2,86	3,16	3,35	3,68	3,23	2,98	2,34
Xersonskaya -10	3,11	3,48	3,83	4,05	4,40	4,01	3,81	3,81

Kanakunjut navlarining gullash fazasida transpiratsiya jadalligi o'rtacha ko'rsatkichi mos ravishda 6,48 mg/soat/dm<sup>2</sup> (Zanzibarskaya navi), 5,86 mg/soat/dm<sup>2</sup> (Gibsona navi), 5,31 mg/soat/dm<sup>2</sup> (Impala navi) hamda 6,08 mg/soat/dm<sup>2</sup> ni (Xersonskaya -10 navi) tashkil qildi.

Tajribalarda o'rganilayotgan kanakunjut navlari vegetatsiya davrining oxiriga kelib, ya'ni pishish fazasida transpiratsiya jadalligining o'rtacha ko'rsatkichi Zanzibarskaya navida 3,79 mg/soat/dm<sup>2</sup> ni tashkil qilgan bo'lsa, Gibsona navida 3,50 mg/soat/dm<sup>2</sup>, Impala navida 2,34 mg/soat/dm<sup>2</sup> hamda kanakunjutning Xersonskaya-10 navida 3,81 mg/soat/dm<sup>2</sup> ekanligi aniqlandi (1-jadval).

Tajribalarda sinalayotgan kanakunjut navlarining 4 ta navida ham, ya'ni Zanzibarskaya, Gibsona, Impala va nazorat nav – Xersonskaya-10 navlarida rivojlanish fazalarining barcha bosqichlarida transpiratsiya jadalligi kuniga ikki marta oshib kamayganligi kuzatildi.

**Xulosa va takliflar.** O'tkazilgan ko'p yillik tajribalar natijalariga ko'ra, respublikamizdagi dorivor o'simliklarga ixtisoslashgan klasterlarga farmatsevtika sanoati uchun xomashyo tayyorlash va dorivor o'simliklarni xorijga eksport qilish maqsadida Xorazm viloyatining o'rtacha sho'rlangan va sug'oriladigan o'tloqi – allyuvial tuproqlarida sharoitida kanakunjutning Impala va Gibsona navlarining ekin maydonlarini kengaytirish va katta plantatsiyalarga ekish maqsadga muvofiqdir.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Davies W.J., Wilkinson S., Loveys B. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture // *New Phytologist*. – 2002. – № 153. – 449-460.
2. Flexas J., Medrano H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and nonstomatal limitations revisited // *Annals of Botany*. – 2002. – Vol. 89. – 183-189.
3. Гордеева Т.К. Интенсивность транспирации растений комплексной полупустыни междуречья Волга–Урал // *Бот. журн.* 2012. № 4. - С. 526–531.
4. Исиков В.П., Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А., Кутько С.П., Бакова Н.Н., Марко Н.В. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных культур. Методологические и методические аспекты. – Ялта: НБС–ННЦ, 2009. – С. 110.
5. Косаковская И.В. Физиолого-биохимические основы адаптации растений на стрессы// – Киев, 2013. С.-192.
6. Кушниренко М.Д., Печерская С.Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений// - Кишинев: Штиинца, 2016. - С. 306.
7. Недуха О.М. Влияние водного дефицита на листья растений// *Укр.бот.журнал.*2011. -58. –Ж. –С.99-106.
8. Нилов В.Н. Методы статистической обработки материалов фенологических наблюдений // *Журнал ботаники.* 1980. – №2 (65). – С. 282-284.
9. Сафаралихонов А.Б., Акназаров О.А. Дневная и сезонная динамика интенсивности транспирации листьев растений конских бобов при УФ-облучении семян // *Доклады Академии наук Республики Таджикистан*, 2014. Т. 57. № 4. С. 327-332.
10. Солодовникова М.П. Дневная динамика интенсивности транспирации растений в засушливых условиях среды участка «Буртинская степь» госзаповедника «Оренбургский» // *Вестник ОГУ*, 2009. № 6. С. 351-353.
11. Феклистов П.А. Транспирация хвои сосны скрученной и обыкновенной в условиях Архангельской области // *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки*, 2007. № 2. - С. 86-90.

---

**QUYONLARNI OZIQLANTIRISHDA GIDROPONIKA USULIDA  
YETISHTIRILGAN KO'K OZUQALARDAN FOYDALANISH****A.Q.Turdiyev**

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi  
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti v.f.n, dotsent  
ORCID 0009-0007-7470-8051  
[abzoyitturdiyev@gmail.com](mailto:abzoyitturdiyev@gmail.com)

**X.B.Yunusov**

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,  
chorvachilik va biotexnologiyalar universitet b.f.d., professor  
ORCID 0009-0003-4269-0206  
[unn59@mail.ru](mailto:unn59@mail.ru)

**B.Bakirov**

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi  
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, v.f.d., professor  
ORCID 0009-0004-4564-0325  
[bakirovbaxtiyor82@gmail.com](mailto:bakirovbaxtiyor82@gmail.com)

**O'.A.Rahmonov**

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi  
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, assistent  
[otkirbekr89@mail.ru](mailto:otkirbekr89@mail.ru)

ORCID 0009-0009-5058-4677

UDK 636.92:636.084:631.589.2

**Annotatsiya.** Maqolada O'zbekiston sharoitidagi quyonlarga bug'doy, arpa va makka kabi don turlarining maysa holda berilishining qiyosiy ta'siri asoslangan. Bunda, iqlim shart sharoitlariga bog'liq bo'lmagan holda yil davomida va yetarli miqdorda yashil gidroponik oziqa yetishtirish imkonining yaratilishi, gidropon oziqalar o'zlarining vitaminlar va mineral moddalarni saqlashiga har xil o'tlar va donli oziqalardan ustunligi aniqlangan. Xususan, gidropon ko'katda meyoriy organik moddalar tarkibining doimiy ravishda saqlanishi va bunday oziqalar ham alohida oziqa turi ham qo'shimcha oziqa sifatida quyonlar organizmini to'yimli, vitaminli va mineral moddalarga bo'lgan talabini barqaror ta'minlashi, shuningdek, sanitar – gigiyenik va ekologik omillarning quyonlar organizmiga ko'rsatadigan salbiy ta'sirlari oqibatida vujudga keladigan patologik holatlarini bartaraf etishi va natijada quyonlar mahsuldorligini 20-30 % ga oshirishi evaziga katta iqtisodiy samara berishi qiyosiy jihatdan ilmiy asoslangan.

**Kalit so'zlar:** Quyonlarning mahsuldorligi, klinik-fiziologik ko'rsatkichlari. Alimantar va ekologo-gigiyenik tabiatli kasalliklar. Gidroponika. O'stirilgan bug'doy, arpa va makkajo'xori maysalari. Gidropon ko'katining tarkibiy xususiyatlari.

**USING HYDROPONICS GROWN FORAGE IN FEEDING RABBITS**

**Abstract.** In this article the effect of hydroponic greens made from wheat, barley and corn seeds on the organism of rabbits is differentiated. It is also noted that such feed for rabbits can be prepared all year round, regardless of the meteorological conditions of the area, and in sufficient quantities. It is established that hydroponic greens in comparison with other plant and grain feeds differ sharply in the clothing of vitamin-mineral substances, thus the constancy of organic substances in the composition of hydroponic feeds contributes to providing the organism of rabbits with the necessary nutrients and vitamin-mineral substances. In addition, such feeds prevent the negative effects of pathological phenomena arising as a result of violation of sanitary and hygienic and environmental violations when keeping rabbits, as a result of which the productivity of rabbits increases by 20-30%, which ensures high efficiency in the rabbit breeding industry.

**Keywords:** Productivity and clinical-physiological indices. Diseases of alimentary, ecological-hygienic nature of rabbits. Hydroponics grown from wheat, barley and corn. Structural features of hydroponic greenery.

**Kirish.** Respublikamiz fermer xo'jaliklari va aholi xonadonlarida quyonchilikni rivojlantirishdagi mavjud ekologo-gigiyenik va oziqlantirish bo'yicha mavjud to'siqlarni bartaraf etish quyonlardan olinadigan parhezboq go'sht mahsulotining oshishiga, shuningdek, 30 ga yaqin halq iste'moliga kirib kelayotgan quyonchilik mahsulotlarini

yetishtirishda soʻzsiz oʻzining ijobiy samara berishi tadqiqotlarda aniqlangan[1, 2, 3, 6]. Respublikamizga chet mamlakatlardan kirib kelayotgan quyon zotlarida Respublikamiz sharoitlariga moslashtirish masalasi bugungi kunda oʻzining ilmiy yechimini kutayotgan asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Shu boisdan, quyon zotlarini iqlimlashtirish, yuqumli va invazion kasalliklariga qarshi kurashish, vitamin va mineral moddalar almashinuvi buzilishlarini oʻz vaqtida aniqlash va oldini olish chora-tadbirlarini ishlab chiqish bugungi kunda veterinariya, zootsiyeniya amaliyotidagi dolzarb muammolardan biri hisoblanadi[4, 7, 10, 12].

Quyonglar oziqasida kalsiy, fosfor, mis, kobalt, marganets, yod kabi mineral moddalar va turli xildagi vitaminlar yetishmovchiligi kuzatilgan paytlarda quyonglar oziqasiga qoʻshimcha ravishda gidroponika usulida oʻstirilgan donli oziqalar maysalarini berish quyonglarning mahsuldorligining oshishi va ayni paytda ularning kasalliklarga nisbatan bardoshining oshishiga olib kelishi tadqiqotlarda aniqlangan[5,8, 9, 11].

Respublikamiz sharoitida parvarishlanayotgan quyonglar organizmiga bir vaqtning oʻzida ham ekologik, ham mikroiklim va ham oziqlantirishning taʼsiri va noqulay taʼsirlari paytlarida quyonglar organizmida vujudga keladigan klinik-fiziologik hamda morfologo-biokimyoviy oʻzgarishlar va kasalliklarning tabiati bizgacha oʻrganilmagan.

**Tadqiqotning maqsadi.** Oʻzbekiston Respublikasining oʻziga xos tabiiy- iqlim sharoitlarida quyonglar organizmiga noqoʻlay ekologik, mikroiklim va oziqlantirish sharoitlarining taʼsirini klinik hamda fiziologik, biokimyoviy, immunologik va veterinariya-sanitariya jihatlaridan baholash, taʼsir oqibatlarining oldini olishning kompleks chora-tadbirlarini ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari.** Oʻzbekiston Respublikasining hayvonlar uchun nisbatan adekvat hisoblangan Samarqand viloyati va nisbatan ekstremal hisoblangan Qoraqalpogʻiston respublikasining tabiiy- iqlim sharoitlarida xikol, velikan va mahalliy shinshilla zotli quyonglar organizmiga noqoʻlay ekologik omillar (tashqi muhit harorati va atmosfera havosining ifloslanishi) taʼsirini klinik hamda fiziologik, biokimyoviy va immunologik jihatlardan baholash; adekvat hamda ekstremal tabiiy-iqlim sharoitlarida quyonglar organizmiga noqoʻlay mikroiklim sharoitlarining taʼsirini klinik hamda fiziologik, biokimyoviy va immunologik jihatlardan baholash; quyonglar organizmiga turli rasion tiplari va toʻyimlilik darajasida oziqlantirishning taʼsirini klinik hamda fiziologik, biokimyoviy va immunologik jihatlardan baholash; quyonglarda noqoʻlay ekologik, mikroiklim va oziqlantirish sharoitlari taʼsirida paydo boʻladigan kasalliklarni aniqlash va ularga ertachi tashxis qoʻyish hamda ulardan olingan goʻsht va goʻsht mahsulotlarini veterinariya-sanitariya ekspertizasidan oʻtkazish usullarini ishlab chiqish; quyonglarni noqoʻlay ekologik omillar taʼsiridan himoyalash, quyongxonalar uchun zarur mikroiklim parametrlarini ishlab chiqish, barcha yosh va fiziologik davrlardagi quyonglar uchun yangi oziqa turlarini yaratish va yangi probiotik hamda vitaminli-mineralli qoʻshimcha oziqa aralashmalaridan foydalanish asosida quyonglarning mahsuldorlik, pushtdorlik va rezistentlik koʻrsatkichlarini yaxshilash va kasalliklarining oldini olish boʻyicha tavsiyanoma ishlab chiqish va amaliyotga tadbir etish.

**Tadqiqotning obyekti va usullari.** Bugʻdoy maysasini oʻstirish texnologiyasini takomillashtirish va uni quyonglarni oziqlantirishda qoʻllashga qaratilgan tajribalar 2016-2025 – yillar davomida Samarqand va Navoiy viloyatlari hamda Qoraqalpogʻiston Respublikasining quyongchilik fermalarida, Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti “Hayvonlarni oziqlantirish va zoogigiyena” kafedrasida qoshidagi “Oziqalarning kimyoviy tarkibini tahlil qilish” oʻquv laboratoriyasida “Mega loyiha” doirasida olib borildi.

Tajribalar davomida umumqabul qilingan usullar yordamida gidropon usulda tayyorlangan bugʻdoy maysasining vitaminli va mineralli tarkibi, shuningdek, tajribadagi quyonglarning klinik va fiziologik koʻrsatkichlari, ulardan olingan qon namunalarning morfologik hamda biokimyoviy koʻrsatkichlari aniqlab borildi. Tarozida oʻlchash orqali quyonglarning tana vazni nazorat qilib borildi.

**Tadqiqot natijalari.** Tajribalarda gidropon ko‘kati yetishtirish uchun SamDVMCHBU ning Xayvonlarni oziqlantirish texnologiyasi va zoogigiya kafedrasini “Oziqalarni kimyoviy tarkibini taxlil qilish” o‘quv laboratoriyasida maxsus oyna vanna uskuna yasaldi. Bu uskuna eniga 80 sm, bo‘yiga 2 m bo‘lib, 5 qator qilib urug‘lar o‘ndiriladigan patnislar uchun tokcha yasali, yorug‘lik shiftga va devorlarga yo‘naltirildi. Urug‘lar ertalab va kechkurun qo‘lda suv sepish yo‘li bilan rejim asosida namlab turiladi.

Tadqiqotlarda aniqlanishicha urug‘lar unib chiqqanda ularda keskin biologik o‘zgarishlar sodir bo‘ladi, xususan kraxmal – solod shakariga, oqsillar – aminokislotalarga, yog‘lar – yog‘ kislotalariga aylanadi, oshqozonda ovqat hazm qilishi jarayonlari faollashadi, qolaversa, unda vitaminlar va boshqa foydali unsurlar sintezlanadi, quvvat jamlanadi va modda almashinuviiga barcha kuchlar safarbar etiladi.

Quyionlarni o‘ndirilgan urug‘lar bilan boqish ozuqa yem sifatining mutloqo yangi standartini hisoblanadi. Tarkibida oqsil moddasi ko‘p bo‘lgan o‘ndirilgan urug‘lar ozuqa yemning asosiy manbai sifatida ham, yoki amaldagi ratsionga qo‘shimcha sifatida ham qo‘llanishi mumkin. Bunday usulning qo‘llanishi ozuqa yemini tayyorlash uchun ketadigan xarajatlarni keskin kisqartiradi, chunki o‘ndirilgan urug‘lar kuruq dag‘al yem-xashakka nisbatan bir muncha yaxshi, qullanishi oddiy, moliyaviy jihatdan tejimli va ko‘plab foydali moddalardan tarkib topgan bo‘ladi, o‘rug‘lar maxsus jixozlangan xonalarda yetishtirilsada va alohida parvarish uchun mehnat talab etmaydi. Gidropon ko‘kat yetishtiriladigan xonalarda haroratning + 23 OS da barkaror ushlab turilishi, urug‘lik ta‘minoti va sifatli montaj qilingan avtomatik rejimda ishlovchi tuman hosil qilish tizimning mavjudligi zarur. Bunday xonalarda bug‘doy, arpa, sulii, no‘xat, yasmiq, loviya, kungaboqar, grechixa va qovoq donlarini o‘ndirish mumkin. Urug‘lar 2-3 kunidayok unib chiqadi va undan 6-7 kundan boshlab oziqa sifatida foydalaniladi.



Quyionlarni tekshirish natejalarini jurnalga qayd etish va quyionlarga gidropon oziqalarni ulchash jarayoni

Urug‘lar uchun patnislarni 60 x 40 sm hajmli ruxlangan tunukadan chekka devorlarini 5 sm balandlikda qilib yasaldi. Javon tokchalari besh qavatdan iborat, bu har bir qavat haftaning muayyan kuniga mo‘jallanganligini bildiradi. Binobarin, patnislarni yettinchi kuni tokchadan olib, undagi ko‘katlar olinib boqilayotgan quyonga berish mumkin. U yoki bu kavatdagi tayyor mahsulot olinganidan keyin, shu zahotiy oq undiriladigan yangi urug‘lar sepib qo‘yiladi, bu amaliyot xammasi bo‘lib 30-40 daqiqa vaqtni oladi va jarayon uzluksiz davom etaveradi.

Biz oynali javonning har bir qavatiga har ikki tarafdin 5 tadan 5 dona ana shunday patnis joylashtirdik. Patnislarni umumiy miqdori 5 dona, urug‘ sifatida arpa, makkajo‘horidan foydalandik va har bir patnisga 2 kg dan urug‘ solib undirdik. Urug‘lar uchinchi kuni unib chiqa boshladi va yettinchi kuni maysalarning bo‘yi 8-12 sm ga yetdi. Bunda tayyor mahsulotning og‘irligi 9 kg ga teng bo‘lib, dastlabki og‘irligiga nisbatan 6 barobar ortdi.

Laboratoriya tahlili natijalariga ko‘ra, bunday usulda tayyorlab berilayotga yem tarkibida oqsillar miqdori 50-60 % tashkil etdi. Ushbu yashil massa asosiy yem sifatida ham, har kunlik ratsionga qo‘shimcha sifatida ham ishlatib ko‘rildi. Har ikki holda xam quyionlar 30 gr galma-galdan iste‘mol qilingan yemning miqdoriga bog‘liq ravishda 20-30

% ko‘shimcha tana vazn bilan o‘shish, shuningdek yashil barra bug‘doy, arpa, makkajuxori maysalari 2 oylik quyon bolalari uchun eng ma‘qul oziqa ekanligi ilmiy tadqiqotlarimiz jarayonida aniqlandi.



#### Quyoxonalardagi mikroiklim sharoitini aniqlash

**Xulosa.** 1. Hidropon ko‘katda meyoriy organik moddalar tarkibi doimiy ravishda saqlanadi va bunday oziqalar ham alohida oziqa turi ham qo‘shimcha oziqa sifatida quyonlar organizmini to‘yimli, vitaminli va mineral moddalarga bo‘lgan talabini barqaror ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi va ratsionga gidropon oziqalarning kiritilishi quyonlarning bunday moddalarga bo‘lgan ehtiyojini 60-70% gacha qondiradi.

2. Quyonlarni oziqlantirishda gidropon usulida tayyorlangan yashil maysadan foydalanish sanitar – gigiyenik va ekologik omillarning quyonlar organizmiga ko‘rsatadigan salbiy ta‘sirlari oqibatida vujudga keladigan patologik holatlarni bartaraf etishda ustuvor ahamiyatga ega bo‘lgan texnologiyalardan biri hisoblanadi va quyonlar mahsuldorligini 20-30 % ga oshirish imkoniyatini yaratadi.

1. Hidropon oziqalar qator afzalliklarga egaligi, xususan, iqlim shart sharoitlariga bog‘liq bo‘lmagan holda yil davomida va yetarli miqdorda yashil ularni yetishtirishning mumkinligi va ayni paytda ularning tarkibida boshqa oziqalardagiga qaraganda ko‘p miqdorda to‘yimli, vitaminli va mineral moddalarning saqlanishi tufayli oziqlantirishda ulardan foydalanish quyonlarning mahsuldorligini 20-30%ga oshirish hamda ularning saqlash va oziqlantirish bilan bevosita bog‘liq holda paydo bo‘ladigan kasalliklarini to‘liq profilaktika qilish imkonini beradi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Давлатов Р.Б., Хушназаров А.Х., Қаршиев У.Т. Қуёнларни асраш, озиклантириш, касалликларни даволаш ва олдини олиш бўйича услубий қўлланма. Самарқанд 2023. 44-б.
2. Мўминова М. Гидропоника арзон самарали, тўйимли. Ж. Чорвачилик ва наслчилик иши 2018. №1. 41-42-б.
3. Мўминова М. Витаминга бой қўкат - Ж.Зооветеринария, 2016. №12. - 44-45-б.
4. Пиуткин С. Оптимальные сроки выращивания гидропонного корма - Ж. Кормопроизводство. 1987. -№4. - С.32-34.
5. Попов В.В. Гидропонный корм: достоинства и недостатки, качество и эффективность. // Адаптивное кормопроизводство. 2019. №3 - С.86-101.
6. Рузиев Р., Юлдашев Д. Ўзбекистондаги қуёнларни озиклантириш. Ж. Чорвачилик ва наслчилик иши. 2023. №2 -31-32. Б.
7. Сысоев В.С., Александров В.Н. Кролиководство. - Москва. Агропромиздат, 1985. – С.230-264.
8. Файзуллаев О.Б. Гидропоника усулида етиштирилган озиқалар билан қуёнларни озиклантиришни самарадорлиги. Дисс... к.х.ф.ф.д Самарқанд. 2023.
9. Елизарова Т.И., Есаулова Л.А. Совершенствование гидропонной технологии получения зеленого корма. - Ж. Кормопроизводство. 2013. -№10. - С.11-15.
10. Элмуродов Б.А., Турдиев А.К., Набиева Н. Қуёнчилик. Монография. Самарқанд 2018. 72-б.
11. Normuradova, Z. F., & Arzikulova, S. M. (2022). Quyonlarning biologik xususiyatlarI. In E Conference Zone . pp. 44-47.
12. Yunusov, X. B., & Turdiyev, A. K. (2022). Quyonchilikda veterinariya sanitariya gigiyenasi tadbirlari. Agrobiotexnologiya va veterinariya tibbiyoti ilmiy jurnali, pp.1312-1322.

---

**BUG'DOY MAYSASI QUYONLARNI OZIQLANTIRISHDA ENG MA'QUL OZIQA**

---

**A.Q.Turdiyev v.f.n, dotsent**Samarqand davlat veterinariya meditsinasi  
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti

ORCID 0009-0007-7470-8051

[abzoyitturdiyev@gmail.com](mailto:abzoyitturdiyev@gmail.com)

UDK 636.92:636.084:631.589.2

**Annotatsiya.** Maqolada bug'doy doni maysasini gidropon usulda o'stirish, uning yuqori ozuqaviy qiymatga egaligi, 7-10 kun ichida o'sib yetilishi, so'ng 10-kunida undagi maysalar yig'ilib, mo'tadil haroratda maydalanishi, shu sababli undagi ozuqaviy moddalarning parchalanib ketmasligi aniqlangan. Bunday bug'doy maysasi o'zining hidi, rangi va barcha yeng zarur xususiyatlarini saqlab qolishi va oziqa sifati bo'yicha quyvon oziqalari orasida ustivor ahamiyat kasb etishi, shuningdek, bunday yashil gidroponik oziqa iqlim sharoitlariga bog'liq bo'lmagan holda yil davomida va yetarli miqdorda yetishtirish imkonining mavjudligi, ularning qulay sharoitda to'yimli eritmalardan foydalangan holda yetishtirilishi tarkibidagi vitaminlar miqdorlari bo'yicha boshqa o't va donli oziqalardan ustunligi aniqlangan. Quyvonlarning 2 oylik davridan boshlab ratsionga bunday oziqaning kiritilishi quyvonlar organizmining klinik va fiziologik ko'rsatkichlarining mo'tadillashishi hamda quyvonlarning vitaminlarga bo'lgan ehtiyojini 60-70% gacha qondirishi va maxsuldorlikni 20-30% ga oshirishi aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** Quyvon, bug'doy maysasi, xlorofill moddalar, Gemoglobin, Vitaminlar, to'yimli moddalar. Mineral moddalar, aminokislotalar.

**WHEAT GRASS IS THE MOST SUITABLE FOOD FOR FEEDING RABBITS**

**Abstract.** The article describes the hydroponic cultivation of wheatgrass, its high nutritional value, its growth within 7-10 days, then on the 10th day the grass is collected and ground at a moderate temperature, due to which the nutrients in it do not decompose. It was found that such wheatgrass retains its aroma, color and all the most necessary properties and is a priority among rabbit feeds in terms of nutritional quality, as well as the possibility of growing such green hydroponic feed throughout the year and in sufficient quantities, regardless of climatic conditions, and its cultivation under favorable conditions using nutrient solutions, which is superior to other grass and grain feeds in terms of the amount of vitamins in its composition. The introduction of such food into the diet of rabbits from the age of 2 months has been found to moderate the clinical and physiological indicators of the rabbit's body, to satisfy the rabbit's need for vitamins by 60-70%, and to increase productivity by 20-30%.

**Key words:** Rabbit, wheat, chlorophyll substances, hemoglobin, vitamins, nutrients. Minerals, amino acids.

**Kirish.** Respublikamizda quyvonchilik sohasi eng istiqbolli soha hisoblanadi va ushbu sohani rivojlantirishda arzon va yuqori sifat hamda to'yimlilik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan yangi oziqa vositalarini izlab topish, ayniqsa, noadekvat geo-ekologik, endemik va gigiyenik sharoitlarda muhim hisoblanadi [1, 2, 3, 6, 8].

Bug'doy maysasining iste'mol axamiyatini ta'kidlab zamonaviy tabobat asoschisi Gippokrat "Yegulik dormonga aylansin", deb juda to'g'ri aytgan. 1915 – yilda shifokor Rixard Vilshatter xlorofillni ixtiro qilganligi uchun Nobel mukofotini ko'lga kiritgan. 1930 – yilda esa gemoglobinning kimyoviy tuzilmasini kashf qilgan shifokor Xans Fisher uning xlorofillga deyarli o'xshashligini isbotladi. Xlorofill qonga tushganida gemoglobinning tuzilmasini oshirib, uni tiklaydi. Shuningdek, u organizm bo'yicha kislorod yetkazib berishini ta'minlab, turli xildagi yaralarning bitishiga hamda to'qimalarning tiklanishiga yordam beradi [4, 5, 7].

Xlorofill – "yashil qon" deb atalib, yerdagi hayotning asosi hisoblanadi. Xususan, o'simliklarning yashil pigmenti quyosh nurini o'ziga singdirib, uni organik moddalar quvvatiga aylantiradi. Shu tarzda u butun tirik mavjudotni quyosh nuri bilan ta'minlab, har bir hujayrani ushbu quvvat bilan to'yintiradi[9, 12].

Gemoglobin – hayvon qonining asosi bo‘lib, organizmni kislorod bilan ta‘minlaydi. Hayvon qonining temir mavjud bo‘lgan qizil pigmenti kislorodni nafas olish a‘zosi (o‘pka)dan organizm to‘qimalariga yetkazib beradi. Ikki molekulaning o‘xshashligidan olimlar xlorofillni “yashil qon” deb atashgan. Doktor Yenn Uigmor (1909-1994) tadqiqotlariga ko‘ra, bug‘doy maysasining betakror davolovchi xususiyatlari aniqlandi. Shu tarzda bug‘doy maysasi “yerdagi tabib” nomini olishga sazovor bo‘lgan [9,10].

**Tadqiqotning maqsadi.** Hidropon usulda yetishtirilgan bug‘doy maysasining quyonlar organizmining klinik va fiziologik hamda gematologik ko‘rsatkichlariga ta‘sirini aniqlash.

**Tadqiqotning vazifalari.**

- quyonlar uchun gidropon usulida bug‘doy maysasi yaratish texnologiyasini ishlab chiqishga qaratilgan tajribalar o‘tkazish;
- yetishtirilgan gidropon ko‘katning tarkibiy xususiyatlarini aniqlash;
- gidropon usulda yetishtirilgan bug‘doy maysasining quyonlarning klinik va fiziologik ko‘rsatkichlariga ta‘sirini aniqlash;
- gidropon usulda yetishtirilgan bug‘doy maysasining quyonlarning gematologik ko‘rsatkichlariga ta‘sirini aniqlash;
- gidropon usulda yetishtirilgan bug‘doy maysasining quyonlarning mahsuldorlik ko‘rsatkichlariga ta‘sirini aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti va uslublari.** Bug‘doy maysasini o‘stirish texnologiyasini takomillashtirish va uni quyonlarni oziqlantirishda qo‘llashga qaratilgan tajribalar 2016-2025 – yillar davomida Samarqand va Navoiy viloyatlari hamda Qoraqalpog‘iston Respublikasining quyunchilik fermalarida, Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti “Hayvonlarni oziqlantirish va zoogigiyena” kafedrasida qoshidagi “Oziqalarning kimyoviy tarkibini tahlil qilish” o‘quv laboratoriyasida “Mega loyiha” doirasida olib borildi.

Tajribalar davomida umumqabul qilingan usullar yordamida gidropon usulda tayyorlangan bug‘doy maysasining vitaminli va mineralli tarkibi, shuningdek, tajribadagi quyonlarning klinik va fiziologik ko‘rsatkichlari, ulardan olingan qon namunalarning morfologik hamda biokimviy ko‘rsatkichlari aniqlab borildi. Tarozida o‘lchash orqali quyonlarning tana vazni nazorat qilib borildi[1,11].

**Tadqiqotning natijalari.** Tadqiqotlar bug‘doy donini gidropon usulda parvarishlashning 6-7 kunida maysa quyonlar uchun oziqa sifatida berish uchun tayyor bo‘lish boshlanadi va 9-10 kunlarida to‘liq yetiladi. Hidropon usulda tayyorlangan bug‘doy maysasining namligi 89,9-96,9% ni, xususan, bu paytda 1 kg gidropon usulda yetishtirilgan bug‘doy maysasi tarkibidagi A vitamini 0,06 mg, V6 vitamini 19,1 mg ni tashkil etdi.

Maysa o‘shining 10- kunida uning har bir kilogrammidagi kalsiy miqdori 26 mg, temir 2,8 mg, natriy 4,8 mg, kaliy 130 mg, marganets 2,3 mg, rux 12 mg, mis – 12,5 mg, kobalt 11,5 mg, selen 0,21 mg, oltingugurt 72 mg, yod 1,7 mg va magniy 0,6 mg ni, aminokislotalardan asparagin 100 mg, treonin 78 mg, serin 110 mg, prolin 160 mg, glitsin 120 mg, alanin 156 mg, sistein 0,01 mg, valin 110 mg, metionin 220 mg, fenilalanin 77 mg, gistidin 185 mg, lizin 185 mg, argenin 170 mg ni tashkil etishi aniqlandi.



1-rasm. Hidropon maysasini laboratoriyada



2- rasm. Tajriba quyonlarini tekshirish o‘stirish jarayoni

Gidropon bug'doy maysasi energetik jihatdan ham eng to'yimli oziqa hisoblanadi, xususan, uning har bir kilogrammi tarkibidagi proteinlarning umumiy miqdori 36 g, uglevodlar 32 g, yog'lar 4,27 g, kletchatka 25,2 g, xlorofil 1,16 g va umumiy energetik qiymat 296,6 kkal ni tashkil etadi.

Ikki oylikdan katta quyonlarga gidropon usulda o'stirilgan bug'doy maysasining asosiy oziqa sifatida 30 kun davomida berilishi quyonlar klinik va fiziologik faoliyatining yaxshilanishi va tana vaznining nazoratga nisbatan 20-30 % ga yuqori bo'lishi bilan birgalikda modda almashinuvi aniqlandi. Bunda tajriba oxiriga kelib tajribadagi quyonlar qonidagi eritrotsitlarning nazoratga nisbatan 15 %, gemoglobinning – 22 %, umumiy oqsilning 18 %, glyukozaning 30 % ga yuqori bo'lishi kuzatildi.

Gidropon bug'doy maysasining yil davomida berilishi, quyonlarda raxit, osteodistrofiya, gastroenterit, kamqonlik, jigar distrofiyasi va boshqa kasalliklar bilan kasallanish darajasining 15-25 % ga pasayishini ta'minlashi tadqiqotlarda aniqlandi.



**3-rasm. SamDVMCHBU bilan AQSH Minisota universiteti o'rtasida milliy hamkorlik tadqiqot ishlari olib borilmoqda**



**4-rasm. Quyonchilik fermasida ilmiy jarayonidan lavxa**

**Xulosa.** 1. Quyonlarning 2 oylik davridan boshlab ratsionga asosiy oziqa sifatida gidropon usulda yetishtirilgan bug'doy maysasining berilishi quyonlar organizmining klinik va fiziologik ko'rsatkichlarining mo'tadillashishi hamda oqsillar, vitaminlar va mineral moddalar almashinuvi buzilishlarining oldini oladi.

2. Gidropon usulda tayyorlangan oziqalar quyidagi afzalliklarga ega:

-iqlim shart sharoitlariga bog'liq bo'lmagan holda yil davomida va yetarli miqdorda yashil gidroponik oziqa yetishtirish imkonining mavjudligi;

-gidropon oziqalar tarkibidagi vitaminlarning miqdoriga ko'ra o't va donli oziqalar ustun turishi;

3. Quyonlar ratsioniga gidropon usulda tayyorlangan bug'doy maysasining belgilangan tartib va miqdorlarda kiritilishi quyonlarning vitaminlarga bo'lgan extiyojini 60-70% gacha qondiradi, quyon organizmining klinik va fiziologik ko'rsatkichlarini yaxshilaydi, qonning morfologik hamda biokimviy ko'rsatkichlarini mo'tadillashtiradi, mahsuldorlikni 20-30% ga oshirish imkonini beradi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Давлатов Р.Б., Хушназаров А.Х., Қаршиев У.Т. Куёнларни асраш, озиклантириш, касалликларни даволаш ва олдини олиш бўйича услубий қўлланма. Самарқанд 2023. 44-б.
2. Мўминова М. Гидропоника арзон самарали, тўйимли. Ж. Чорвачилик ва наслчилик иши 2018. №1. 41-42-б.
3. Мўминова М. Витаминга бой кўкат Ж.Зооветеринария 2016. №12. 44-45-б.
4. Пиуткин С. Оптимальные сроки выращивания гидропонного корма. - Ж. Кормопроизводство. 1987. -№4. - С.32-34.
5. Попов В.В. Гидропонный корм: достоинства и недостатки, качество и эффективность. // Адаптивное кормопроизводство. 2019, №3-С.86-101.
6. Рузиев Р., Юлдашев Д. Ўзбекистондаги куёнларни озиклантириш. Ж. Чорвачилик ва наслчилик иши. 2023. Н2 -31-32. Б.
7. Сысоев В.С., Александров В.Н. Кролиководство. - Москва. Агропромиздат,1985. – С.230-

264.

8. Файзуллаев О.Б. Гидропоника усулида етиштирилган озиқалар билан қуёнларни озиклантиришни самарадорлиги. Дисс... к.х.ф.ф.д Самарқанд. 2023.

9. Элизарова Т.И., Есаулова Л.А. Совершенствование гидропонной технологии получения зеленого корма. - Ж. Кормопроизводство. 2013. -№10. - С.11-15.

10. Элмуродов Б.А., Турдиев А.К., Набиева Н. Қуёнчилик. Монография. Самарқанд 2018. 72-б.

11. Normuradova, Z. F., & Arzikulova, S. M. (2022). Quyonlarning biologik xususiyatlarI. In E Conference Zone . pp. 44-47.

12. Yunusov, X. B., & Turdiyev, A. K. (2022). Quyonchilikda veterinariya sanitariya gigiyenasi tadbirlari. Agrobiotexnologiya va veterinariya tibbiyoti ilmiy jurnali, pp.1312-1322.

## O'ZBEKISTONDA ALLERGEN ANEMOFIL TAKSONLAR HAMDA AEROPALINOLOGIYA BO'YICHA TADQIQOTLAR VA DUNYO TAJRIBASI

**Yoziyev Lutfulla Habibullayevich**

Turon universiteti, Biologiya fanlari doktori, professor

[yoziyevl@mail.ru](mailto:yoziyevl@mail.ru)

ORCID: 0000-0001-8209-3535

**Kattaboyeva Gulnoza Safarovna**

Qarshi davlat universiteti o'qituvchisi

[kattaboyevagulnoz@gmail.com](mailto:kattaboyevagulnoz@gmail.com)

ORCID: 0009-0009-5511-2222

**Rabbimova Zilola Shuhrat qizi**

Turon universiteti o'qituvchisi

[komronzilola1994@gmail.com](mailto:komronzilola1994@gmail.com)

UDK 581.9:615.9(045)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada dunyo miqyosidagi allergen anemofil florani o'rganish bo'yicha amalga oshirilgan hamda aeropalnologik tadqiqotlarning xronologik rivojlanishining qiyosiy tahlili keltirilgan. Unda Shimoliy Amerika (asosan AQSH), Yevropa (Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya, Polsha, Ispaniya va boshqalar), Rossiya, Avstraliya, Afrika, hamda Osiyo (Yaponiya, Xitoy, Hindiston), Markaziy Osiyo kabi geografik hududlar qamrab olingan. Aeropalnologiya sohasidagi tadqiqotlar jahon bo'yicha turlicha bosqichlarda rivojlanib, Shimoliy Amerika va Yevropa yetakchi o'rinni egallaganligi, Rossiya va Markaziy Osiyoda tadqiqotlar keyinroq boshlangan, ammo so'nggi yillarda rivojlanish sur'ati oshayotganligi, Sharqiy Osiyo mamlakatlari zamonaviy texnologiyalarni jadal qo'llashda yetakchilik qilayotganligi aniqlangan. O'zbekistonda aeropalnologiya so'nggi o'n yilliklarda rivojlanayotganligi, lekin ilmiy infratuzilma va raqamli monitoringni rivojlantirish zarurligi, jahon tajribasi O'zbekiston uchun katta imkoniyatlarni ochishi va sohani takomillashtirishda muhim o'rin tutishi to'g'risida xulosa qilingan.

**Kalit so'zlar:** anemofil, allergen, aeropalnologiya, gulchang, geografik hududlar, qiyosiy tahlil.

## RESEARCH AND WORLD EXPERIENCE ON ALLERGENIC ANEMOPHILE TAXONS AND AEROPALYNOLOGY IN UZBEKISTAN

**Abstract.** This article presents a comparative analysis of the chronological development of aeropalynological research and the study of allergenic anemophilous flora on a global scale. It covers geographic regions such as North America (primarily the USA), Europe (the United Kingdom, Germany, France, Poland, Spain, and others), Russia, Australia, Africa, as well as Asia (Japan, China, India) and Central Asia. It has been established that the development of aeropalynology varied across countries: North America and Europe have taken leading positions, whereas research in Russia and Central Asian countries began later, but the pace of development has increased in recent years. East Asian countries are actively applying modern technologies and are at the forefront of the field. In Uzbekistan, aeropalynology has started to develop over the past decades; however, there is a need to strengthen scientific infrastructure and implement digital monitoring systems. It is concluded that global experience opens up broad opportunities for Uzbekistan and plays a significant role in advancing this scientific field.

**Keywords:** anemophilous plants, allergens, aeropalynology, pollen, geographic regions, comparative analysis

**Kirish.** Bugungi kunda global iqlim o'zgarishi, atrof-muhitning ifloslanishi va allergik kasalliklar ko'payishi kabi muammolar inson salomatligi hamda ekologik barqarorlik uchun jiddiy tahdid solmoqda [1]. Pollinoz – bu tananing o'simlik gulchanglariga sezgirligidan kelib chiqadigan allergik kasallik. Juda ko'p odamlar bu kasallikdan aziyat chekishadi. Masalan, Rossiya aholisining taxminan 20-30%, janubda - 25-30% va Krasnodar o'lkasida - 40% dan ko'prog'ida pollinoz uchraydi [2]. Ushbu kasallikni oldini olish, diagnostika qilish, dori vositalari va davolash choralari ishlab chiqish uchun dastlab hududlardagi anemofil florani, undagi allergen gulchang hosil qiladigan o'simliklar taksonomiyasini, ularni gullash fenologiyasini, havodagi allergen gulchanglar konsentratsiyasi dinamikasini o'rganish va molekulyar daraja tadqiqotlarni amalga oshirish zarur.

Aeropalynologiya – ya'ni atmosferadagi o'simlik gulchanglarini o'rganish sohasi – butun dunyoda muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biriga aylanmoqda. Aeropalynologiya nafaqat allergik kasalliklarni oldini olish, balki agrometeorologiya, ekologiya va urbanistika kabi sohalarda ham katta ahamiyatga egadir [3, 4].

Jahon bo'ylab AQSH, Germaniya, Fransiya, Yaponiya, Polsha, Hindiston va boshqa ko'plab davlatlarda bu yo'nalishdagi ilmiy tadqiqotlar keng miqyosda va yuqori texnologik asosda amalga oshirilmoqda. Har bir mamlakat o'z tabiiy-iqlimiy sharoiti va ehtiyojlariga qarab maxsus gulchang monitoring tizimlarini joriy etgan. Masalan, Yevropa davlatlarida Pollen Monitoring Network, Yaponiyada Aeroallergen Monitoring sistemasi, AQShda National Allergy Bureau faoliyat yuritadi (5). Ushbu mamlakatlarda allergen anemofil florani o'rganish va aeropalynologik tadqiqotlar uzoq yillik ilmiy tajribaga ega bo'lib, yuqori texnologik uskunalar va zamonaviy tahlil usullari yordamida olib borilmoqda. O'zbekistonda esa bu yo'nalish keyingi yillarda shakllana boshlagan bo'lib, hali ham yetarlicha kompleks yondashuvga muhtoj.

Ushbu maqolada turli mamlakatlardagi allergen anemofil florani o'rganishga doir va aeropalynologik tadqiqotlar tahlil qilinib, ularning o'zaro umumiy va farqli jihatlari ko'rsatiladi. Maqolada asosiy e'tibor – dunyo tajribasini o'rganish orqali bu sohaning global rivojlanish tendensiyalari va ilmiy yondashuvlarini aniqlashga qaratilgan. Bu tahlil orqali kelajakdagi tadqiqotlar uchun ilmiy asos yaratish imkoni paydo bo'ladi.

**Material va metodlar.** Ushbu maqolada dunyo miqyosidagi aeropalynologik tadqiqotlarning xronologik rivojlanishi tahlil qilindi. Tadqiqot obyektlari sifatida quyidagi geografik hududlar qamrab olindi: Shimoliy Amerika (asosan AQSH), Yevropa (Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya, Polsha, Ispaniya va boshqalar), Rossiya, Avstraliya, Afrika, hamda Osiyo (Yaponiya, Xitoy, Hindiston) va Markaziy Osiyo mamlakatlari.

Ma'lumotlar manbalari sifatida so'nggi 125 yil ichida chop etilgan Scopus, Web of Science (WoS), PubMed bazalarida indekslangan maqolalar, monografiyalar, gulchang monitoring markazlari va agentliklari hisobotlaridan foydalanildi.

Tadqiqot metodologiyasi quyidagilarga asoslandi: xronologik tahlil — har bir mintaqada allergen anemofil florani o'rganish va aeropalynologiya sohasidagi ilk tadqiqotlardan to hozirgi kungacha bo'lgan ilmiy yutuqlar tartib bilan tasniflandi; qiyosiy tahlil – mintaqalar o'rtasidagi metodik, texnologik va tashkiliy jihatlar tahlil qilindi. Har bir hudud uchun ilmiy ma'lumotlar dastlabki tadqiqot sanasi, qo'llangan metodika, ishlatilgan asbob-uskunalar, muhim natijalar, hamda muvaffaqiyat va cheklovlar asosida xronologik tartibda 5 bosqichga bo'lindi va bosqichlarga nom berildi. Har bir hududdagi rivojlanish bosqichlari muddatiga ko'ra baholandi.

**Natijalar va muhokama.** Tadqiqot davomida 1900–2025 yillar oralig'ida Scopus, Web of Science, va PubMed bazalarida indekslangan maqolalar, shuningdek monografiyalar, gulchang monitoring markazlari va agentliklarning hisobotlari o'rganildi. Xronologik tahlil natijasida Shimoliy Amerika, Yevropa, Rossiya, Avstraliya, Afrika, Osiyo va Markaziy Osiyo mamlakatlarida allergen anemofil flora va aeropalynologiyaning rivojlanish bosqichlari quyidagicha shakllantirildi:

I-dastlabki bosqich – anemofil florani o‘rganish, allergen anemofil o‘simliklar va allergik kasalliklar o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash davri;

II- tizimli tadqiqotlar bosqichi – gulchaglarni sodda usulda tutish, ularni identifikatsiya qilish orqali allergen gulchang tarqalish mavsumi va asosiy allergenlarni aniqlash davri;

III- jadal tadqiqotlar bosqichi – gulchang qopqoni, atlaslarni nashr etilishi va immunologik usullar davri;

IV- yuksalish va geografik kengayish bosqichi – III-bosqich tadqiqotlariga molekulyar biologiya metodlarining qo‘shilishi va xalqaro hamkorlik davri;

V – zamonaviy metodlar va innovatsiyalar - raqamli monitoring va bashoratli modellar davri.

Shimoliy Amerika (AQSH) aeropalinologik tadqiqotlarda yetakchi mintqa hisoblanadi. Bu yerda I-bosqich 1910-yillarda boshlangan bo‘lsa, 1930–50 yillarda II-bosqichga, 1950–1980 yillarda III-bosqichga o‘tilgan. XX asr oxiri XXI asr boshidan boshlab IV–V bosqichlar tezkorlik bilan rivojlandi. Bugungi kunda AQSHda molekulyar darajadagi allergen diagnostikasi, raqamli monitoring, real vaqtli bashorat modellari va sun‘iy intellekt asosida ishlovchi tizimlar mavjud [6, 7, 8].

**Jadval**

**Turli geografik hududlarda allergen anemofil taksonlarni aniqlash va aeropalinologiya tadqiqotlarining xronologik rivojlanish bosqichlari**

Mamlakatlar	1900-1930	1930-1950	1950-1980	1980-1990	1990-2010	2010 - hozirgi kungacha
Shimoliy Amerika	I	II	III	IV	IV -V	IV-V
Yevropa	-	I- II	II-III	III	IV -V	IV -V
Rossiya	-	I	I-II-III	I-II- III	III-IV-V	IV -V
Sharqiy Osiyo	-	I	II	III- IV	III- IV -V	IV -V
Avstraliya	-	-	I-II	III- IV	III- IV	IV -V
Afrika	-	-	I	I-II	I-II-III	II- III-IV
Qozog‘iston, Qirg‘iziston	-	-	I	I-II	I-II	III- IV
O‘zbekiston	-	-	I	I- II	I- II	I-II-III

Yevropa davlatlarida I-bosqich 1930-yilda boshlangan. 1950-yilgacha II-bosqich boshlangan, II- va III-bosqichlar 1960–1980 yillarda kuchaygan. 1990-yildan keyin IV-bosqichga o‘tilgan bo‘lib, ko‘plab davlatlarda yillik gulchang atlaslari nashr qilingan. 2000-yildan boshlab esa raqamli monitoring va bashorat tizimlari (V-bosqich) joriy etilgan [5, 9, 10, 11].

Rossiyada 1930-1950–yillarda dastlabki kuzatuvlar va flora ro‘yxatlari (I-bosqich) shakllantirilgan, laboratoriya sharoitida mikroskopik tahlillar va mahalliy monitoring ishlari (II–III bosqichlar) 1950-1980 – yillarda amalga oshirilgan. 1980-1990 – yillarda II–III bosqichlar kengaygan, ayrim joylarda immunologik usullar sinov tariqasida qo‘llanilgan. 1990-2010 – yillarda cheklangan bo‘lsa-da, molekulyar tadqiqotlar va kompyuterli monitoring yo‘lga qo‘yilgan (III–IV–V bosqichlar). 2010–hozirgi kungacha IV–V bosqichlar rivojlanmoqda, ammo ayrim hududlarda metodik kamchiliklar mavjud [12, 13, 14].

Osiyo mamlakatlaridan Yaponiya, Xitoy, Hindistonda 1930-1950 – yillarda I-bosqich – fundamental floristik tadqiqotlar asosida boshlangan. II bosqich – anemofil o‘simliklarning gullash fenologiyasi va allergen gulchaglar tarqalishining mavsumiy dinamikasi tahlillariga qaratilgan tadqiqotlar 1950-1980 – yillarda amalga oshirilgan. 1980-1990 – yillarda III–IV bosqich – molekulyar va immunologik usullar tatbiq etila boshlagan. 1990 yildan hozirgi kungacha IV–V bosqich – sun‘iy intellekt asosidagi monitoring tizimlari va bashorat modellari o‘tilmoqda. Yaponiya va Xitoyda molekulyar metodlar asosida allergen o‘simliklarni aniqlash va hududiy monitoring tizimlari mavjud [10, 15, 16, 17]

Avstraliya va Afrikada bu boradagi tadqiqotlar nisbatan kech boshlangan.

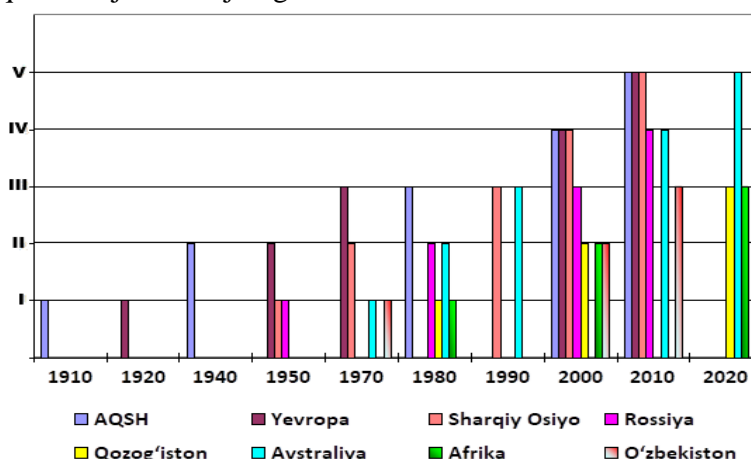
Avstraliya V bosqichga yaqinlashgan bo'lsa, Afrikaning ko'pchilik hududlarida II–III bosqichda qolmoqda. Asosiy muammo — malakali mutaxassislar, texnik baza va barqaror monitoring tizimlarining yetishmasligi [18, 19, 20].

Qozog'iston va Qirg'izistonda 1950-1980 – yillarda I-bosqich – fundamental botanik izlanishlar asosidagi tadqiqotlar amalga oshirilgan. 1990-2010 – yillarda II bosqich – mavsumiy allergen monitoring ishlari yo'lga qo'yilgan. III-IV bosqich – zamonaviy laboratoriyalar tashkil etilgan, xalqaro maqolalar chop etila boshlangan [21, 22, 23].

O'zbekistonda anemofil flora va allergen o'simliklarni o'rganish II-bosqichda turibdi. Ayrim yirik shaharlarda (masalan, Toshkent, Samarqand) aeropalinologik monitoring ishlari yo'lga qo'yilgan bo'lsa-da, IV–V bosqichlarga o'tish uchun texnik va tashkiliy salohiyat cheklangan. Ammo so'nggi yillarda ilmiy faollik ortib bormoqda [23].

Tadqiqot natijalariga ko'ra, aeropalinologiya sohasidagi rivojlanish bosqichlari mintaqalar bo'yicha sezilarli farqlarga ega ekanligi aniqlandi.

Shimoliy Amerika, ayniqsa AQSH, mazkur sohada ildamlilikni ko'rsatgan hudud sifatida ajralib turibdi (rasm). Bu yerda XX asrdan boshlab aniq tadqiqotlar olib borilgan, shu sababli ayni damda zamonaviy molekulyar biologiya va raqamli monitoring usullari keng qo'llanilmoqda. Bu mintaqada ilmiy infratuzilma, laboratoriyalar va xalqaro hamkorlik juda yuqori darajada rivojlangan.



#### Rasm. O'zbekistonda va xorijda aeropalinologiya rivojlanishining qiyosiy xronologiyasi

Yevropa mamlakatlarida 1930-yillardan boshlab anemofil florani aniqlash va monitoring ishlari tizimli yo'lga qo'yilgan. Yevropa mintaqasida ham aeropalinologiya tadqiqotlari 20 asr o'rtalarida tizimlashtirilgan va so'nggi 30 yil ichida molekulyar va raqamli texnologiyalarni joriy qilishda katta yutuqlarga erishilgan. Yevropa va Shimoliy Amerika o'rtasidagi rivojlanish bosqichlari o'xshash bo'lib, ular xalqaro ilmiy almashinuv va texnologiyalarni joriy qilishda bir-biriga ta'sir ko'rsatgan.

Rossiya va Markaziy Osiyo mamlakatlari (xususan, Qozog'iston va Qirg'iziston)da aeropalinologiya tadqiqotlari asosan 1950-yillardan boshlab faollashgan. Ammo ularning ilmiy rivojlanishi Shimoliy Amerika va Yevropa bilan taqqoslaganda keyinroq va qisman cheklangan bo'lib qolgan. Rossiyada 1990-yillardan boshlab molekulyar usullar va xalqaro hamkorlik faollashgan bo'lsa-da, ba'zi mahalliy muammolar va resurs yetishmasligi ilmiy jarayonni sekinlashtirgan. Markaziy Osiyodagi mamlakatlarda esa tadqiqotlar jadal sur'atda rivojlanayotganiga qaramasdan, hali ham raqamli monitoring va yuqori texnologiyalar keng tarqalmagan.

Sharqiy Osiyo va (Yaponiya, Xitoy) Hindistonda aeropalinologiya tadqiqotlari 1930-yillarda boshlangan bo'lib, 1980-yillardan boshlab yuqori texnologiyalar, shu jumladan molekulyar biologiya va immunologiya usullari faol qo'llanila boshlagan. Xitoy, Yaponiya va Koreyada so'nggi yillarda raqamli monitoring va prognoz modellari tizimi joriy etilmoqda, bu mintaqani xalqaro miqyosda yetakchi hududlar qatoriga qo'ymoqda.

Avstraliya va Afrikada esa aeropalinologiya tadqiqotlari biroz kech boshlangan va ayniqsa Afrikada ushbu sohada tadqiqotlar hanzur chegaralangan. Avstraliyada 1950-

yillardan boshlab tadqiqotlar amalga oshirila boshlagan bo'lsa, Afrikada ushbu jarayon so'nggi 30 yilda faollashgan. Bu mintaqalarda ham molekulyar va raqamli texnologiyalarni joriy etish bo'yicha harakatlar davom etmoqda.

O'zbekistonda aeropalinologiya tadqiqotlari boshlanishi 1950-yillarga to'g'ri keladi, ammo ilmiy tadqiqotlar tizimlashtirilishi va kengayishi so'nggi 20-30 yilda kuzatilmoqda. Buning sababi sifatida ilmiy infratuzilmaning yetishmasligi, malakali mutaxassislar sonining kamligi va zarur asbob-uskunalarining cheklanganligi ko'rsatilishi mumkin. Shu bilan birga, mahalliy iqlim va geografik sharoitlarga moslashgan, zamonaviy va integrativ tadqiqotlar olib borish uchun imkoniyatlar paydo bo'lmoqda.

Jahon tajribasidan kelib chiqib, O'zbekistonda aeropalinologiya sohasida yuqori texnologiyalar, xususan, molekulyar diagnostika, raqamli monitoring tizimlari va xalqaro hamkorlikni kuchaytirish muhim vazifa hisoblanadi. Bu esa nafaqat ilmiy salohiyatni oshirishga, balki allergik kasalliklarni profilaktika va davolashda samarali choralarni ishlab chiqishga ham xizmat qiladi.

**Xulosa.** Aeropalinologiya sohasidagi tadqiqotlar jahon bo'yicha turlicha bosqichlarda rivojlanib, Shimoliy Amerika va Yevropa yetakchi o'rinni egallaydi. Rossiya va Markaziy Osiyoda tadqiqotlar keyinroq boshlangan, ammo so'nggi yillarda rivojlanish sur'ati oshmoqda. Sharqiy Osiyo mamlakatlari zamonaviy texnologiyalarni jadal qo'llashda yetakchi hisoblanadi. Avstraliya va Afrikada esa soha hana rivojlanish bosqichida. O'zbekistonda aeropalinologiya so'nggi o'n yilliklarda rivojlanmoqda, lekin ilmiy infratuzilma va raqamli monitoringni rivojlantirish zarur. Jahon tajribasi O'zbekiston uchun katta imkoniyatlar ochadi va sohani takomillashtirishda muhim omil bo'ladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zink K. et al. Modelling pollen dispersal with numerical weather prediction models: A feasibility study. *International Journal of Biometeorology*, 2012, 56(5), -P. 691–705.
2. Аббасов А.Г. Клинико-эпидемиологическое изучение поллинозов г. Краснодара. Краснодар; 2003. - 18 с.
3. Croft B. et al. Influences of in-cloud aerosol scavenging parameterizations on aerosol concentrations and wet deposition in ECHAM5-HAM // *Atmos. Chem. Phys.* 2010. V. 10. P. 1511–1543.
4. Пупышева С. А., Платунов А. Р. Важность аэропалитологического исследования территории города для современной медицины // *Студент. Наука. Регион.* – 2023. – №. 1. – С. 317-321.
5. Galán C. et al. Airborne pollen records response to climate in Córdoba, Spain. *Grana*, 2001, 40(1), 34–39.
6. Dunbar W.P. The present state of our knowledge of hay-fever // *Epidemiology & Infection.* – 1913. – Т. 13. – №. 2. – С. 105-148.
7. Scheppegegrell W. Data on Hay-Fever // *Journal of the American Medical Association.* – 1916. – Т. 66. – №. 15. – С. 1155-1155.
8. Lancia A. et al. Research progress on aerobiology in the last 30 years: A focus on methodology and occupational health // *Sustainability.* – 2021. – Т. 13. – №. 8. – С. 4337.
9. Gassner R.R. Studies on airborne pollen in Switzerland. *Schweiz Z. Ges. Allerg. Immunol.* 1930.
10. Singh AB, Mathur C. An aerobiological perspective in allergy and asthma. *Asia Pac Allergy.* 2012 Jul;2(3):210-22.
11. Damialis A. et al. Effects of environmental factors on pollen production in anemophilous woody species // *Trees.* – 2011. – Т. 25. – С. 253-264.
12. Вейн М.К. Пыльцевая аллергия в СССР. – Москва: Медгиз, 1935. — 120 с.
13. Мельникова А.В. Молекулярная алергология и анаемофильная флора России // *Журнал алергологии и клинической иммунологии.* 2010. Т. 15, №4. С. 120–130.
14. Смирнова О.А., Иванов Д.В. Влияние климатических изменений на пылецевый сезон // *Экология и здоровье.* 2018. №2. С. 50–60.
15. Nakamura C. et al. The relationship of polyunsaturated and monounsaturated fatty acids intake and serum concentrations on inhalant allergen sensitization and allergic rhinitis development // *Allergology International.* – 2025.
16. Thong B. Y. H. Aerobiology in Asian airway allergic diseases // *Asia Pacific Allergy.* – 2017. – Т. 7. – №. 3. – С. 119-120.

17. Singh A. B., Mathur C. Climate change and pollen allergy in India and South Asia //Immunology and Allergy Clinics. – 2021. – Т. 41. – №. 1. – С. 33-52.
18. Moss J. E. A flowering calendar of possible hay fever plants in Brisbane //Medical Journal of Australia. – 1967. – Т. 1. – №. 6. – С. 270-272.
19. Beggs P. et al. Australian airborne pollen and spore monitoring network interim standard and protocols. – 2018.
20. Ajikah L. B. et al. Meteorological influences on airborne pollen and spores in Johannesburg (Gauteng), South Africa //Aerobiologia. – 2023. – Т. 39. – №. 3. – С. 363-388.
21. Дикарева Т. В., Румянцев В. Ю., Щербакова В. В. Распространение аллергенных растений на территории России и Казахстана: проблемы изучения и некоторые результаты //Экосистемы: экология и динамика. – 2019. – Т. 3. – №. 4. – С. 99-132.
22. Kobzar V., Osmonbaeva K. Poaceae Pollen as the Leading Aeroallergen. – 2024.
23. Кобзарь В. Н., Осмонбаева К. Б. ТЕНДЕНЦИИ ПЫЛЬЦЫ AMARANTHACEAE В ВОЗДУХЕ //Бюллетень науки и практики. – 2024. – Т. 10. – №. 9. – С. 44-59.
24. Абдуллаев Х. Аэробиологические исследования. Ташкентский медицинский журнал, 1962.
25. Рахимов Ш. Пыльцевая флора и аллергия в Узбекистане. 1978.
26. Камалов Б. Исследование сезонных изменений пыльцевого фона в Самарканде. 1985.
27. Рахимова А. О некоторых аллергенных растениях города Ташкента (Узбекистан) //Академику ЛС Бергу–145 лет:. – 2021. – С. 206-209.
28. Sultanov R., Karimova M. Climate impact on pollen seasons in Uzbekistan. Central Asian Journal of Environmental Science, 2019.

## **LAURUS NOBILIS L. NING FARMAKOLOGIK FAOLLI GI TAHLILI VA DENOV SHAHRIDA YETISHTIRISH ISTIQBOLLARI**

**Xakimova Sevara Xamzayevna**

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti  
Biologiya va qishloq xo‘jalik mahsulotlari texnologiyalari  
kafedrası o‘qituvchisi  
ORCID 0009-0008-6202-037X  
[sxakimova051@gmail.com](mailto:sxakimova051@gmail.com)

**Samatova Shoxista Azamatovna**

Qarshi davlat universiteti,  
Botanika kafedrası dotsenti  
[canna\\_luiza@mail.ru](mailto:canna_luiza@mail.ru)  
ORCID 0009-0001-6828-8130  
UDK 577.15/17(045)

**Annotatsiya.** Maqolada *Laurus nobilis* L. ning farmakologik faolligini o‘rganish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar keltirilgan manbaalar tahlili keltirilgan. Hujjatli metoddan foydalanilib, o‘simlik tarkibidagi birikmalarning biologik va farmakologik faolligini o‘rganishga bag‘ishlangan oxirgi 25 yil ichida nufuzli halqaro jurnallarda chop etilgan tadqiqotlar ajratib olingan. Ushbu tadqiqot natijalari tizimli, tizimli-mantiqiy metodlardan foydalanilib monitoring qilingan. O‘simlikning shifobaxshlik xususiyatlari yetarlicha tadqiq qilinganligi, o‘simlikdan ajratib olingan efir moylari va fenol birikmalarining antibakterial, antioksidantlik, antidiabetik, saratonga va yallig‘lanishga qarshi xususiyatlari isbotlanganligi aniqlangan. Denov sharoitida o‘sgan o‘simliklardan terilgan barglar tarkibidagi efir moylarida 38 ta komponent mavjudligi, bargning shifobaxshligini ta‘minlovchi Eucalyptol barcha komponentlarning 25,95%ini tashkil qilishi aniqlangan. Bu ko‘rsatkich ushbu o‘simlik barglarining shifobaxshlik xususiyatga ega ekanligini bildirishi ta‘kidlangan.

**Kalit so‘zlar:** *Laurus nobilis*, barg, meva, efir moyi, farmakologiya, tibbiyot, antibakterial, antioksidant, antidiabetik, saratonga qarshi

### **ANALYSIS OF PHARMACOLOGICAL ACTIVITY OF LAURUS NOBILIS L. AND PROSPECTS OF ITS CULTURING IN THE CITY OF DENAU**

**Abstract.** The article presents an analysis of the sources of scientific results obtained in the study of the pharmacological activity of *Laurus nobilis* L. Using the documentary method, studies published in prestigious international journals over the past 25 years devoted to the study of the biological and pharmacological activity of plant compounds were selected. The results of this study were controlled using

systemic, systemic-logical methods. It was established that the medicinal properties of the plant are sufficiently studied, antibacterial, antioxidant, antidiabetic, anticancer and anti-inflammatory properties of essential oils and phenolic compounds isolated from the plant have been proven. It has been established that essential oils contained in the leaves collected from plants grown in the conditions of Denau (Uzbekistan) contain 38 components, and Eucalyptol, which provides the medicinal properties of the leaves, makes up 25.95% of all components. It is emphasized that this figure indicates the presence of medicinal properties in the leaves of this plant.

**Keywords:** *Laurus nobilis*, leaf, fruit, essential oil, pharmacology, medicine, antibacterial, antioxidant, antidiabetic, anticancer

**Kirish.** Bugungi kunda farmatsevtika sanoati ishlab chiqarayotgan juda ko'p miqdordagi antibiotiklar, sintetik vitaminlar, sifatsiz ishlab chiqarilayotgan sintetik dori mahsulotlari insonlar salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsataётганлиги сабабли (1, 2). kasalliklarni davolash uchun muqobil bo'lgan davolash turlariga, jumladan fitoterapiyaga talab ortib bormoqda. Fitoterapiyaga davolashning eng qadimiy usullaridan biridir. Ko'p asrlik tabiiy xom ashyolardan foydalanish tajribasi tufayli ko'pgina o'simliklarning faol komponentlari dori mahsulotlarini yaratish uchun asos bo'lib xizmat qilmoqda (2, 3). Farmatsevtika sanoati organizmni biologik faol moddalar bilan ta'minlaydigan va xavfsiz foydalanish imkonini beradigan oziq-ovqat mahsulotlari sifatida foydalanish mumkin bo'lgan dorivor o'simliklarni ham qamrab olmoqda (4). Shunday dorivor mahsulotlardan biri *Laurus nobilis* L.ning barglari va mevalari hisoblanadi. Subtropik kelib chiqishga ega bo'lgan ushbu tur o'tgan asrning 70-yillarida Janubiy O'zbekistonga introduksiya qilingan.

O'zbekiston janubiy shaharlarining iqlim sharoiti introdutsentlar uchun ayrim noqulayliklarga ega. Qishning ayrim yillari o'ta sovuq kelishi o'simlik yer ustki organlarining nobud bo'lishiga, yozda quruq shamollarning esishi, haroratning 50°C dan oshib ketishi, havo nisbiy namligining 5% gacha tushib ketishi introdutsentlarni o'sish va rivojlanish maromida qator o'zgarishlar sodir bo'lishiga sabab bo'ladi (5, 6, 7). Shunga qaramay, subtropik kelib chiqishga ega bo'lgan *L. nobilis* Surxondaryo viloyatining Denov shahrida o'tgan asrning 70-yillaridan buyon o'stiriladi, ammo, respublikamizda undan faqatgina xushbuy ziravor sifatida foydalaniladi. Shunga ko'ra, ushbu o'simlik tarkibidagi biologik faol birikmalarni, uning farmakologik faolligini o'rganish bo'yicha olingan ilmiy natijalar keltirilgan manbaalarni ko'rib chiqish va tahlil qilish maqsad qilindi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** *Laurus nobilis* L. (ajoyib lavr, лавр благородный) – lavrdoshlar (Lauraceae) oilasi, lavr (*Laurus* L.) turkumiga mansub subtropik daraxt yoki buta hayotiy shakliga ega bo'lgan doim yashil o'simlik. Ko'pchilik manbalarda uning vatani sifatida O'rtayerdengizi mamlakatlari, Kavkazoldi va Kichik Osiyoning qirg'oqbo'yi hududlari ekanligi keltirilgan (8, 9, 10). Ko'pqirrali xo'jalik ahamiyatga egaligi, barglari va mevalarining inson organizmi uchun bezarar ekanligi, manzaraliligi va shifobaxsh tarkibi tufayli keng tarqalgan.

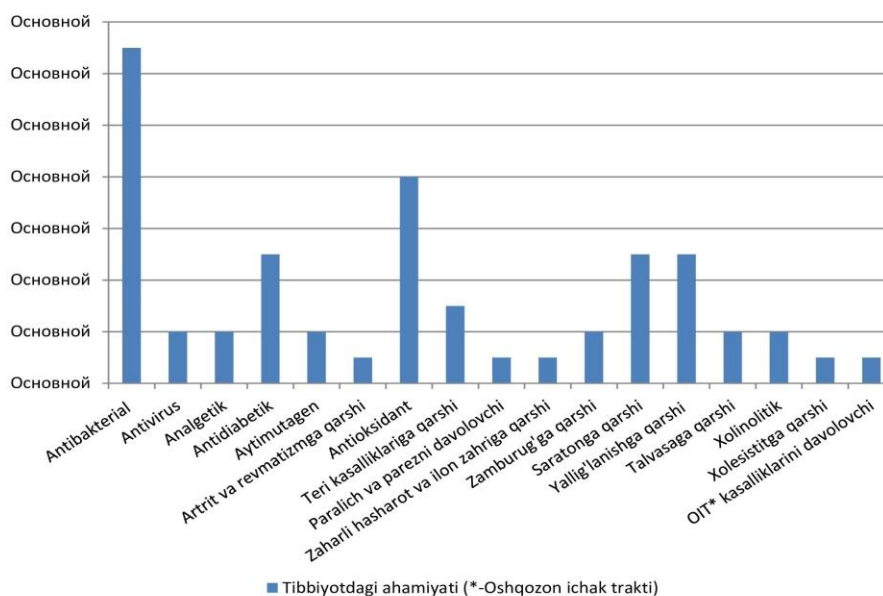
Qo'yilgan maqsadga erishish uchun dastlab hujjatli metoddan foydalanilib, o'simlik tarkibidagi birikmalarning biologik va farmakologik faolligini o'rganishga bag'ishlangan oxirgi 25 yil ichida chop etilgan tadqiqotlar ajratib olindi. Ushbu tadqiqot natijalari tizimli, tizimli-mantiqiy metodlardan foydalanilib monitoring qilindi.

Denov shahri sharoitida o'sgan o'simlik bargidagi efir moylari miqdorini aniqlash maqsadida Klevenjer apparatida 3 soat davomida barglardan gidrodistillyatsiya usulida 100 g distillyat olindi va undan efir moyini ajratib olish uchun dixlormetan bilan ekstraksiya qilindi. Olingan efir moyi suvsiz natriy sulfat yordamida quritildi. Olingan efir moyi tajribaga qadar shisha idishda -4°Cda qorong'i joyda saqlandi. Efir moylarining miqdori 1.2% ni tashkil etadi. Olingan efir moylari Agilent 5975C inert MSD/7890A GC xromato-mass-spektrometrida tahlil qilindi. Komponentlarni ajratish Agilent HP-INNOWax kolonkasida 60°C (2 min) – 4°C/min dan 220°C (10 min) – 1°C/min dan 240°C (10 min) gacha harorat rejimida amalga oshirildi. Komponentlar xromato-mass-

spektrometrik bo'yicha elektron kutubxonalar ma'lumotlari bilan mass spektrlarini taqqoslash asosida identifikatsiya qilindi.

**Natijalar va muhokama.** *L. nobilis* dan respublikamizda asosan xushbo'y ziravor sifatida foydalaniladi. Vaholangki, o'simlikning shifobaxshlik xususiyatlari qator tadqiqotlarda aniqlangan. O'simlik ajratadigan efir moylari havodagi kasallik qo'zg'atuvchi bakteriyalarga halokatli ta'sir ko'rsatishi (13, 14) (rasm), uning bakteritsidlik xususiyati limon, evkalipt va kiparisnikiga nisbatan yuqori ekanligi (12, 13) aniqlangan va o'simlikdan odam ko'p yig'iladigan tashkilotlarni ko'kalamzorlashtirishda foydalanish tavsiya qilingan (14).

Tadqiqotlar *L. nobilis* ning antioksidantlik va saratonga qarshi xususiyatini tasdiqlagan (14, 15, 16, 17, 18). O'simlikdan tayyorlangan ekstraktning *Phytophthora infestans* (Mont.) zamburug' mitseliylarining o'sishiga to'sqinlik qilishi uning zamburug'larga qarshi faollikka ega ekanligidan dalolat beradi (19). Olimlar guruhi o'simlikning mikroblarga, viruslarga va yallig'lanishga, diabetga va saraton hujayralariga qarshi ta'sirga egaligini, uning farmakologik faolligi tarkibidagi shifobaxsh birikmalardagi komponent turlari va miqdoriga bog'liqligini aniqlashgan (21, 22, 23). O'simlikdan tayyorlangan ekstraktning yo'g'on ichak saratoniga qarshi faolligi isbotlab berilgan (24).



**Rasm. Laurus nobilis L.ning shifobaxshlik xususiyatlari va ularni ilmiy maqolalarda e'tirof etilish takroriyligi**

O'simlik tarkibidagi fenol birikmalar antioksidant va antiradikal faollikka egaligi, azot oksidini, natriy-kaliy adenozintrifosfazani, saraton hujayralari ayrim liniyalari (HeLa, MCF7, NCI-H460 и HCT15)ni ingibirlashi, grammmusbat va grammanfiy bakteriyalarga halokatli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan (23, 25). Y.Ye. Polousova va boshqalar tomonidan *L. nobilis* barglaridagi flavonoidlar gipoglikemik, insulinoprotektor ta'sirga egaligi ham aniqlangan (23).

O'simlikdan ajratib olingan efir moyidan tayyorlangan dori sedativ, og'riq qoldiruvchi, antiseptik, dezinfeksiyalovchi va yallig'lanishga qarshi, shuningdek, umumiy va yuz falajligining og'ir hollarida samarali qo'llaniladi. Mevalaridan ajratib olingan moydan teri toshmalarida, mushaklarning og'rishi, shamollashi, cho'zilishi va falajligida mahalliy qo'llaniladi (26).

O'simlikdan olingan efir moyining antioksidantlik, diabetga, qusishga, yallig'lanishga va mikroblarga qarshi (10, 11, 27, 28), antimutagen, yaralarni, og'riqlarni qoldiruvuvchi, immunitetni mustahkamlovchi, hasharatlar zahriga, talvasaga (10, 11) oshqozon yarasiga qarshi, shuningdek, neyroprotektor xususiyatlarini o'rganish asosida

uning yuqori biologik va farmakologik faollikka ega ekanligi aniqlangan (10).

*L. nobilis* bargidan ajratib olingan seskviterpen laktonlarning qandli diabetga qarshi ta'sir ko'rsatishi, umumiy xolesterin,  $\beta$ -lipoproteid va insulin miqdorini meyorga keltirishi, silga qarshi va gipoglikemik faollikka ega ekanligi aniqlangan (29).

*L. nobilis* ning shifobaxshlik xususiyatlari ular tarkibidagi efir moylarining komponentlari hisobiga ta'minlanadi. 2024-yil kuz oyida Denov sharoitida o'sgan o'simliklardan terilgan barglar tarkibidagi efir moylarining komponentlari miqdorini kimyoviy tahlillari natijasida efir moyining tarkibida 38 ta komponent mavjudligi aniqlandi (jadval). Ulardan Eucalyptol (25,95%), (R)-1-methyl-5-(1-methylvinyl)cyclohexene (14,06%), Sabinen (7,81%),  $\alpha$ -Selinene (5,79%), 3-Carene (4,81%), Gazaniolide (4,34%),  $\alpha$ -Terpineol (4,06%),  $\gamma$ -Terpinene (3,77%),  $\beta$ -Pinene (3,59%), Methyleugenol (2,76%),  $\gamma$ -Gurjunene (2,44%), Myrcene (2,09%), Alloaromadendrene (1,88%),  $\gamma$ -Muuroleone (1,46%), Acetic acid, bornyl ester (1,29%) kabi moddalar nisbatan ko'p miqdorda uchradi. Sanab o'tilgan moddalarnig umumiy miqdori summaga nisbatan 86,10 % ni tashkil qildi, 8,12 % esa umumiy summaga nisbatan miqdor jihatidan 1% dan kam uchraydigan moddalar tashkil qildi.

**Xulosa.** *Laurus nobilis* L.ning shifobaxshlik xususiyatlari kengqamrovli bo'lib, o'simlikdan ajratib olingan efir moylari va fenol birikmalarining antibakterial, antioksidantlik, antidiabetik, saratonga va yallig'lanishga qarshi xususiyatlari yetarlicha tadqiq qilingan. Denov sharoitida o'sgan o'simliklardan

Jadval

Lavr bargining kuzgi fazasidagi efir moylarini tarkibiy qismlari

№	Birikmalar	RI*	RT**	Miqdori, %
1	$\beta$ -Pinene	1068	1.807	3.59
2	Sabinen	1083	1.891	7.81
3	Myrcene	1120	2.214	2.09
4	$\alpha$ -Thujene	1125	2.273	0.78
5	$\alpha$ -Terpinene	1143	2.389	0.71
6	Eucalyptol	1160	2.674	25.95
7	$\beta$ -Ocimene	1190	3.010	0.34
8	$\gamma$ -Terpinene	1200	3.127	3.77
9	Terpinolene	1202	3.211	0.59
10	p-Cymene	1206	3.392	0.26
11	Fenchone	1256	5.488	0.23
12	3-Carene	1372	9.207	4.81
13	Acetic acid, bornyl ester	1393	9.744	1.29
14	$\alpha$ -Selinene	1425	10.617	5.79
15	2-Undecanone	1435	10.889	0.36
16	o-Cymene	1439	10.986	0.29
17	Cyclohexane	1459	11.542	0.92
18	$\beta$ -Maaliene	1464	11.685	0.20
19	Camphene	1483	12.183	0.48
20	$\alpha$ -Humulene	1490	12.390	0.36
21	(R)-1-methyl-5-(1-methylvinyl)cyclohexene	1510	12.914	14.06
22	$\alpha$ -Terpineol	1512	12.972	4.06
23	$\gamma$ -Muuroleone	1531	13.463	1.46
24	Eremophilene	1537	13.625	0.30
25	$\gamma$ -Gurjunene	1550	13.955	2.44
26	Santolina triene	1559	14.201	0.17
27	Alloaromadendrene	1576	14.641	1.88
28	(E)- $\alpha$ -bisabolene	1598	15.216	0.19
29	Estragole	1638	16.245	0.05
30	(+)-Aromadendrene	1728	19.201	0.17
31	Methyleugenol	1754	20.424	2.76
32	(-)- $\beta$ -Elemene	1778	21.549	0.42
33	Eugenol	1833	23.328	0.49

34	Guaiene	1865	24.040	0.18
35	Methyl isoeugenol	1883	24.441	0.37
36	Nerolidol	2050	27.992	0.18
37	Tetradecane	2098	28.988	0.08
38	Gazaniolide	2433	35.431	4.34
Σ				<b>94.22</b>

RI\*- Ushlab turish indeksi, RT\*\*\*- Ushlab turish vaqti, min terilgan barglar tarkibidagi efir moylarida 38 ta komponent mavjud bo'lib, bargning shifobaxshligini ta'minlovchi *Eucalyptol* barcha komponentlarning 25,95%ini tashkil qiladi. Bu ko'rsatkich ushbu o'simlik barglarining shifobaxshlik xususiyatlarga ega ekanligini bildiradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Стратегия ВОЗ в области народной медицины 2014-2023. - [Электронный ресурс].
2. Всемирная Организация Здравоохранения // Европейское региональное бюро// - [Электронный ресурс].
3. Селимзянова Л. Р., Вишнёва Е. А., Федосеев М. В., Промыслова Е. А. Фитотерапия: современное состояние вопроса // ПФ. 2016. №5.
4. Н.Н. Зязева. Современное состояние и перспективы развития мирового фармацевтического рынка // Российский внешнеэкономический вестник. 2013. №4.
5. Samatova S., Yoziyev L., Buranova M. Biomorphological features of varieties *Canna x generalis* Bailey when introduced under arid conditions //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 40. – С. 01017.
6. Yoziyev L., Samatova S., Buranova M. Seasonal growth of sprouts in introduced three plants under extra arid conditions of Southern Uzbekistan //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 30. – С. 04010.
7. Samatova S.A., Berdiyev M.F., Ergasheva N.G. Fruits of japanese quince are a valuable commodity for the food and pharmaceutical industry //Acta Biologica Slovenica. – 2024. – Т. 67. – №. 1. – С. 65-68.).
8. Дудченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В.В. Лавр благородный // Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К. М. Сытник. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 130-131.
9. Пилипенко Ф.С. Род 6. Лавр – *Laurus L.* // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: в 6 т. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1954. – С. 133-135.
10. Dönmez C. *Laurus nobilis L* //Medicinal Plants of Turkey. – CRC Press, 2023. – С. 128-138.
11. Khodja Y. K. et al. The botanical study, phytochemical composition, and biological activities of *Laurus nobilis L.* leaves: A review //International Journal of Secondary Metabolite. – 2023. – Т. 10. – №. 2. – С. 269-296.
12. Anzano A. et al. Laurel, *Laurus nobilis L.*: a review of its botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology //Phytochemistry Reviews. – 2022. – С. 1-51.
13. Курамшина З.М., Данилова И.Г. Влияние фитонцидов и эфирных масел на микрофлору воздуха // Успехи современного естествознания, 2006. № 2. - С. 34-35.
14. Сулейманова З.Н. Использование тропических и субтропических растений для улучшения качества воздуха в жилых помещениях//Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №. 6. – С. 519-522.
15. Arican E. Inhibition of crown-gall tumorigenesis with plant extracts //Pharmaceutical Biology. – 2009. – Т. 47. – №. 5. – С. 463-466.
16. Albaradeih V.J. Evaluation of Biological Activities and phytochemical screening of *Laurus nobilis* leaves extract. – 2024.
17. El S. N. et al. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils extracted from *Laurus nobilis L.* leaves by using solvent-free microwave and hydrodistillation //Food and Nutrition Sciences. – 2014. – Т. 5. – №. 2. – С. 97-106.
18. Kazacic M., Djapo M., Ademovic E. Antioxidant activity of water extracts of some medicinal plants from Herzegovina region //Int. J. Pure App. Biosci. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С. 85-90.
19. Yanar Y. et al. In vitro antifungal activities of 26 plant extracts on mycelial growth of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary //African Journal of Biotechnology. – 2011. – Т. 10. – №. 14. – С. 2625-2629.
20. Süntar I. et al. Comparative pharmacological and phytochemical investigation on the wound-healing effects of the frequently used essential oils //Journal of Essential Oil Research. – 2014. – Т. 26. – №. 1. – С. 41-49.

21. Hayet C. et al. Comparaison des Huiles des Graines du Laurier, de Pen d'Alep et de Figuier de Barbarie //IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol. – 2015. – Т. 9. – С. 30-33.
22. Насухова Н. М. и др. Биологически активные вещества листьев лавра благородного //Фармация и фармакология. – 2017. – Т. 5. – №. 3. – С. 200-221.
23. Полоусова Ю. Е. и др. Спектр фармакологической активности разных групп природных соединений листьев лавра обыкновенного и выбор оптимального экстрагента для извлечения эфирного масла из них //Научные результаты биомедицинских исследований. – 2021. – Т. 7. – №. 3. – С. 281-295.
24. Rodd A. L. et al. RNA sequencing supports distinct reactive oxygen species-mediated pathways of apoptosis by high and low size mass fractions of Bay leaf (*Laurus nobilis*) in HT-29 cells //Food & Function. – 2015. – Т. 6. – №. 8. – С. 2507-2524.
25. Коновалов Д. А., Алиева Н. М. Фенольные соединения лавра благородного (обзор) //Фармация и фармакология. – 2019. – Т. 7. – №. 5. – С. 244-259.
26. Мамедов Т., Алекперов Р., Садыгова К. Фитохимический состав и медицинское значение *Laurus nobilis* L. //Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2022. – С. 39-43.
27. Al-Mijalli S. H. et al. Chemical composition, antioxidant, anti-diabetic, anti-acetylcholinesterase, anti-inflammatory, and antimicrobial properties of *Arbutus unedo* L. and *Laurus nobilis* L. essential oils //Life. – 2022. – Т. 12. – №. 11. – С. 1876.
28. Albaradeih V. J. Evaluation of Biological Activities and phytochemical screening of *Laurus nobilis* leaves extract. – 2024.
29. Алиева Н. М. и др. Результаты изучения фармакологической активности основных сесквитерпеновых лактонов листьев Лавра Благородного //Современная наука и инновации. – 2025. – №. 4. – С. 81-88

## RESULTS OF STUDYING THE PHYSICAL DEVELOPMENT OF STUDENTS

Sitora Sharipova Shukrilla kizi

Department of Biology, Master's student, Karshi State University

[shsitora0898@gmail.com](mailto:shsitora0898@gmail.com)

UDK 574/577+572.79+613.2

**Abstract.** Anthropometric measurements are widely recognized as reliable and essential tools for assessing physical health, as they provide valuable insights into an individual's overall condition, level of physical development, and general well-being. Monitoring the physical growth and health of university students is of great scientific and practical importance, given that the health status of this age group has a direct impact on their future professional capabilities and overall quality of life. Therefore, the aim of this study was to conduct a comparative analysis of anthropometric indicators among students and to classify them into groups based on their Body Mass Index (BMI). This study involved 123 students aged 16 to 23 years from higher education institutions located in Karshi city, Kashkadarya region, Uzbekistan. Their anthropometric characteristics—including height, weight, BMI, and other physical development parameters—were measured. The study results demonstrated that BMI, Waist-to-Hip Ratio (WHR), and Waist-to-Height Ratio (WHtR) are crucial indicators in identifying overweight conditions, gender differences, and groups at risk for health problems.

**Keywords:** anthropometric measurements, height, weight, body mass index (BMI), chest circumference, waist circumference, hip circumference.

## TALABALARNING JISMONIY RIVOJLANISHINI O'RGANISH NATIJALARI

**Annotatsiya.** Antropometrik o'lovlar jismoniy salomatlikni baholashda ishonchli va zarur vosita sifatida keng tan olingan bo'lib, ular insonning umumiy holati, jismoniy rivojlanish darajasi va sog'lig'i haqida muhim ma'lumotlar beradi. Universitet talabalari jismoniy o'sishi va salomatligini kuzatish katta ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega, chunki ushbu yosh guruhining sog'lik darajasi ularning kelajakdagi kasbiy imkoniyatlari va hayot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli ushbu tadqiqotning maqsadi talabalar orasida antropometrik ko'rsatkichlarni taqqoslab tahlil qilish va ularni tana massasi indeksi (BMI) asosida guruhlariga ajratishdan iborat bo'ldi. Tadqiqotda Qashqadaryo viloyati Qarshi shahri oliy ta'lim muassasalarida tahsil olayotgan 16 dan 23 yoshgacha bo'lgan 123 nafar talaba ishtirok etdi. Ularning antropometrik ko'rsatkichlari — bo'yi, vazni, BMI hamda boshqa jismoniy rivojlanish parametrlari o'lvandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, BMI, bel-son nisbatlari (WHR) va

bel-bo'y nisbatlari (WHtR) ortiqcha vazn holatlarini, jinsiy farqlarni va sog'liq uchun xavf guruhlarini aniqlashda muhim ko'rsatkichlardir.

**Kalit so'zlar:** antropometrik o'lchovlar, bo'y, vazn, tana massasi indeksi (BMI), ko'krak qafasi aylanasi, bel aylanasi, son aylanasi.

**Introduction.** Anthropometric data are considered one of the key indicators in assessing the health status of university students. Measurements such as height, body weight, body mass index (BMI), waist circumference, waist-to-hip ratio (WHR), and waist-to-height ratio (WHtR) provide insights into changes that occur during normal physical development. Recent studies indicate that reduced physical activity, unhealthy eating habits, and higher levels of stress among young adults—particularly students—directly influence anthropometric indicators, especially BMI levels [1,2].

Height and body weight are generally regarded as the primary criteria for assessing students' physical development. In this regard, the body mass index (BMI), developed in the 19th century by Belgian mathematician Adolphe Quetelet, holds particular importance. This index, based on the ratio of body weight to height, helps determine an individual's overall physical condition.

According to the standards of the World Health Organization (WHO), a BMI below 18,5 kg/m<sup>2</sup> is classified as underweight, with values under 16 kg/m<sup>2</sup> indicating severe undernutrition. The upper limit of the normal BMI range is 25 kg/m<sup>2</sup>; values above this are categorized into different levels of obesity: 30–34,9 kg/m<sup>2</sup> (class I obesity), 35,0–39,9 kg/m<sup>2</sup> (class II), and 40 kg/m<sup>2</sup> or above (class III obesity) [3,4].

This article examines and analyzes the anthropometric indicators of university students studying in the city of Karshi.

**Materials and Methods.** This study was conducted during the winter of 2025 and involved 123 university students aged 16 to 23 from Karshi State University and the University of Economics and Pedagogy. The sample included 23 male and 100 female participants. The average age of respondents was 18,5 ± 1,03 years.

The following anthropometric parameters were measured during the study: height, body weight, chest circumference, waist circumference, and hip circumference. Standard equipment and methodologies were used for all measurements.

The anthropometric data (height, body weight, chest, waist, and hip circumferences) were obtained using established anthropometric techniques. Height was measured using a wooden stadiometer, weight was recorded with an electronic scale, and circumferences were measured using a measuring tape.

The obtained data were compared with existing health standards. Statistical analysis was carried out using Microsoft Excel.

**Results and Discussion.** The descriptive statistical data presented in Table 1 provide insight into key anthropometric parameters such as age, height, body weight, body mass index (BMI), chest circumference, waist circumference, hip circumference, waist-to-hip ratio (WHR), and waist-to-height ratio (WHtR).

The sample consisted of students aged between 16 and 23 years, with an average age of 18,5 years, reflecting a relatively narrow age distribution.

The students' height ranged from 145 cm to 186 cm, with a mean height of 167 cm. Their body weight varied between 42 kg and 93 kg, with an average weight of 69 kg.

The BMI values in the sample ranged from 15,2 to 30,8, with a mean BMI of 24,93.

Waist circumference measurements ranged from 60 cm to 118 cm, with a mean waist circumference of 77,5 cm and a standard deviation of 10,25 cm.

**Table 1. Descriptive characteristics of the study participants**

Anthropometric parameters	Min	Max	Mean	St.Dev
Age	16	23	18,5	1,030974
Height (cm)	145	186	166,5	8,24

<b>Weight (kg)</b>	42	93	69	10,04514
<b>Body Mass Index (BMI)</b>	15,2	30,8	24,93	3,21
<b>Chest circumference</b>	63	110	91	10,69652
<b>Waist circumference</b>	60	118	77,5	10,25787
<b>Hip circumference</b>	71	120	90	8,306888
<b>Waist-to-hip ratio (WHR)</b>	0,677	0,983	0,861	0,087698
<b>Waist-to-height ratio (WHtR)</b>	0,358	0,654	0,465	0,05724

Similarly, hip circumference values ranged from 71 cm to 120 cm, with a mean of 90 cm and a standard deviation of 8,30 cm.

The waist-to-hip ratio (WHR) ranged from 0,677 to 0,983, with an average value of 0,861 and a standard deviation of 0,087.

Scientific studies have shown that an elevated WHR is associated with increased health risks, particularly cardiovascular diseases and metabolic disorders. For example, a meta-analysis that included 22 observational studies involving a total of 709,093 participants demonstrated a significant correlation between high WHR values and the risk of myocardial infarction (MI) [5].

The waist-to-height ratio (WHtR) ranged from 0,358 to 0,654, with a mean of 0,465 and a standard deviation of 0,057.

According to some sources, WHtR has been proposed as a more reliable indicator of health risk than BMI or WHR. Research indicates that WHtR is strongly associated with cardiometabolic risk factors and serves as a convenient and effective screening tool for identifying individuals at high risk of chronic diseases [6].

**Table 2. Classification of students based on Body Mass Index (BMI)**

Category	Body Mass Index (BMI)	Number (N) of respondents (%)
<b>Underweight</b>	Below 18,5	17 (13,7%)
<b>Normal weight</b>	18,5-24,9	84 (67,75%)
<b>Overweight</b>	25,0-29,9	21 (16,94%)
<b>Obesity class 1</b>	30,0-34,9	2 (1,61%)

The results of Table 2 indicate that 84 students (67,75%) in the sample have a normal weight based on their Body Mass Index (BMI). Meanwhile, 17 students (13,7%) were found to be underweight, with a BMI below 18,5; 21 students (16,94%) fell into the overweight category with a BMI between 25,0 and 29,9, and 2 students (1,61%) were classified as having first-degree obesity.

**Table 3. Classification of Female Respondents Based on WHR and WHtR Indicators**

Health Risk	Waist to hip Ratio		Waist to Height Ratio	
	WHR Threshold	Number (N) of respondents (%)	WHR Threshold	Number (N) of respondents (%)
Normal	<0,85	69	<0,5	78
Risk	≥0,85	31	≥0,5	22

The health status of female university students participating in the study was assessed based on their Waist-to-Hip Ratio (WHR) and Waist-to-Height Ratio (WHtR), as shown in Table 3. According to WHR values, 69 students (69,0%) fell into the normal category (i.e.,  $WHR < 0,85$ ), while 31 students (31,0%) had a  $WHR \geq 0,85$ , indicating a risk of central obesity.

Similarly, based on WHtR values, 78 students (78,0%) were in the low-risk group with  $WHtR < 0,5$ , whereas 22 students (22,0%) had  $WHtR \geq 0,5$ , placing them in a higher-risk group for cardiovascular diseases and metabolic disorders.

These results indicate the presence of health risks associated with abdominal obesity among female students. In particular, those with  $WHtR \geq 0,5$  should be given special attention as a high-risk group likely to develop chronic diseases. Therefore, both WHR and WHtR can serve as important screening indicators for assessing the health status of university-age individuals.

Table 4. Classification of Male Respondents Based on WHR and WHtR Indicators

Health Risk	Waist to hip Ratio		Waist to Height Ratio	
	WHR Threshold	Number (N) of respondents (%)	WHR Threshold	Number (N) of respondents (%)
Normal	<0,95	18 (78,26%)	<0,5	12 (52,17%)
Risk	≥0,95	5 (21,74%)	≥0,5	11 (47,83%)

The health risk levels based on the waist-to-hip ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) among male students who participated in the study are presented in Table 4. According to the WHR indicators, 18 male students (78,26%) were categorized into the normal group (WHR < 0,95), while 5 students (21,74%) had a WHR ≥ 0,95, indicating a risk of central obesity.

Based on the WHtR criterion, 12 male students (52,17%) belonged to the low-risk group with a WHtR < 0,5, whereas 11 students (47,83%) had a WHtR ≥ 0,5, placing them in the high-risk category for cardiovascular and other metabolic diseases.

These findings indicate the presence of abdominal obesity among male students and reveal groups at increased risk for developing chronic diseases. In particular, those with WHtR ≥ 0,5 require special preventive attention. Based on these indicators, implementing health monitoring and developing measures to promote a healthier lifestyle are of critical importance.

**Conclusion.** The results of the conducted study made it possible to assess the health status of university students in Karshi city through the analysis of selected anthropometric indicators. Based on the obtained values of body mass index (BMI), waist-to-hip ratio (WHR), and waist-to-height ratio (WHtR), tendencies toward overweight and abdominal obesity were observed among the students.

Although the majority of respondents (67,75%) fell within the normal weight category according to BMI, 16,94% were classified as overweight, and 13,7% were found to be underweight. Furthermore, WHR and WHtR analyses revealed the presence of central obesity (31%) and cardiometabolic risk (22%) among female students, while among male students, these figures were 21,74% and 47,83%, respectively.

These findings highlight the relevance of abdominal obesity as a risk factor for health issues among university students. In particular, students with a WHtR ≥ 0,5 require special preventive attention and programs aimed at promoting a healthy lifestyle.

In conclusion, WHR and WHtR can be considered simple, effective, reliable, and modern tools for assessing the health of university-aged populations.

The results of this study emphasize the need for regular monitoring of students' physical development in higher education institutions, promoting healthy eating habits, and developing preventive strategies to increase physical activity.

### References

1. Choi J. Impact of stress levels on eating behaviors among college students. *Nutrients*. 2020; 12(5): 1241.
2. Bertrand L. et al. COVID-19 pandemic and its impact on students' physical activity and sedentary behavior. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2021; 46(3): 265–272.
3. World Health Organization. BMI classification. Geneva: WHO, 2020.
4. Bocharin I.V, Guryanov M.S Особенности антропометрических показателей студентов младших курсов // Карельский научный журнал. 2023. Т. 12. № 2(43)
5. Zhao, X., Liu, Y., Wang, H., & Zhang, X. Association between waist-hip ratio and risk of myocardial infarction: A meta-analysis of prospective studies. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, (2024) 11, 1438817.
6. Vijaya.V.Lakshmi and Shirin.E.Hima Bindu. Anthropometric Measures as Indicators of Health Risks among Female College Students // *Agriculture Association of Textile Chemical and Critical Reviews Journal* (2023) 261-264

**QORAQALPOG‘ISTON RESPUBLIKASI SHAROITIDA TALABALARNING  
AMALDAGI OVQATLANISHI VA ULARNING JISMONIY RIVOJLANISHI****Jangabayeva Ramash Kayirbergenovna**

Berdak nomidagi Qoraqalpoq Davlat universiteti doktoranti

[ramashjangaboyeva@gmail.com](mailto:ramashjangaboyeva@gmail.com)

ORCID 0009-0009-1286-7326

**Raxmatullayev Yorqin Shokirovich**

Qarshi davlat universiteti Fiziologiya kafedrası dotsenti

[rakhmatullayev.e@mail.ru](mailto:rakhmatullayev.e@mail.ru)

ORCID 0000-0001-8214-7396

UDK 574/577+572.79+613.2

**Annotatsiya.** Ushbu maqola Qoraqalpog‘iston Respublikasi Nukus shahridagi oliy o‘quv yurtlarida tahsil olayotgan 18-29 yoshli talabalarning amaldagi ovqatlanishi hamda jismoniy rivojlanishini o‘rganishga bag‘ishlangan. Olingan natijalarga ko‘ra, talaba yigitlarining kunlik iste‘mol taomlari tarkibidagi oqsillar va yog‘larning miqdori me‘yorga nisbatan tegishli holda o‘rtacha 82,0% va 80,0% ni, uglevodlar hamda kunlik ovqatning umumiy energetik qiymati esa mos holda o‘rtacha 86,0% va 85,4% ni tashkil etadi. Bu ko‘rsatkichlarni shu yoshdagi qizlarga nisbatan aytadigan bo‘lsak, ularning oqsillar bilan ta‘minlanishi o‘rtacha 77,0% ga, yog‘lar 70% ga, uglevodlar 92,0% ga hamda kunlik ovqat kaloriyasi esa me‘yorga nisbatan o‘rtacha 85,1% ga teng bo‘lib, ularning kunlik ovqati tarkibidagi oqsillar va yog‘larning miqdori yigitlarga nisbatan 5-10% ga kam hamda uglevodlar esa o‘rtacha 6-8% gacha ziyod. Talabalarda Kettle indeksi me‘yor ko‘rsatkichlaridan chetga chiqmaydi.

**Kalit so‘zlar.** amaldagi ovqatlanish, oqsillar, yog‘lar, uglevodlar, kunlik kaloriya, bo‘y uzunligi, tana vazni, Kettle indeksi.

**THE CURRENT NUTRITION OF STUDENTS AND THEIR PHYSICAL  
DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF  
KARAKALPAKSTAN**

**Abstract.** This article is devoted to the study of the actual nutrition and physical development of students aged 18-29 who are studying at higher educational institutions in the city of Nukus, Republic of Karakalpakstan.

According to the obtained results, the average daily intake of proteins and fats among male students is 82,0% and 80,0% of the recommended norms, respectively, carbohydrates – 86,0%, and the overall energy value of their diet – 85,4% of the recommended levels.

When compared to female students of the same age group, the average provision of proteins among girls is 77,0% of the norm, fats - 70%, carbohydrates – 92,0%, and daily caloric intake – 85,1% on average. Thus, the intake of proteins and fats in the diet of female students is 5-10% lower than that of males, while carbohydrate intake is on average 6-8% higher. The Quetelet Index (Body Mass Index) among students falls within the normal range.

**Keywords:** actual nutrition, students, proteins, fats, carbohydrates, energy value, physical development, Quetelet index.

**Kirish.** Ma‘lumki, Respublikamizda keyingi yillarda oliy ta‘limga katta e‘tibor qaratib kelinmoqda. Xususan, ta‘lim samaradorligini oshirish, zamon talablariga javob beradigan raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash, moddiy-texnik bazani yanada yaxshilash va boshqa masalalar oliy ta‘lim tizimida faoliyat olib boradigan xodimlar oldidagi ma‘suliyatni yanada oshiradi. Shu bilan bir qatorda har bir ta‘lim ishtirokchilarining, ayniqsa talabalarning sihat-salamatligini saqlash va yanada mustahkamlash, ularning hayot sifatini yaxshilash, har tomonlama sog‘lom va barkamol avlodni voyaga yetishini ta‘minlash bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri bo‘lib hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 7-iyuldagi “Qoraqalpog‘iston Respublikasida 2022-2024 yillarda aholi salomatligini muhofaza qilishni yanada kuchaytirish to‘g‘risida”gi PQ 310-sonli qarorida keltirilgan asosiy vazifalardan biri “sog‘liqni saqlash mintaqaviy tizimini takomillashtirish, aholining, ayniqsa bolalar va

ayollarning sog'lomlik darajasini oshirish, sanitariya-epidemiologik vaziyatni yaxshilash, sog'lom turmush tarzini shakllantirish, kundalik hayotga oilaviy salomatlik madaniyatini joriy etishga ko'maklashish" hisoblanadi. Shunday ekan, Janubiy Orolbo'yi mintaqasida yashaydigan aholining va ayniqsa oliy o'quv yurtlarida tahsil olayotgan talaba-yoshlarning amaldagi ovqatlanishi hamda jismoniy rivojlanishini o'rganish fiziologiya va tibbiyot amaliyotidagi dolzarb masalalardan biri bo'lib hisoblanadi [1]. Xususan, talabalar kelgusida yurtimiz kelajagining asosiy tayanchi, har sohada rivojlanib borayotgan davlatimizda alohida safda turuvchi aholi kontengentlaridan biri bo'lib hisoblanadi. Jumladan, statistik ma'lumotlarga ko'ra, oliy o'quv yurtlari hamda ularda o'qiydigan talabalar soni keyingi yillarda 2-3 barobardan ziyodga ortib bormoqda.

O'rta maktabni tugatib, talabalikka qabul qilingan bolalar va o'smirlar hayotida o'ziga xos biologik hamda fiziologik o'zgarishlar sodir bo'ladi (yangi sharoitga moslashish, o'zaro munosabat, yangi fanlarni o'zlashtirish va h) va bu ularning kun tartibi va amaldagi ovqatlanishiga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Ularning kunlik iste'mol taomlari tarkibiagi asosiy va qo'shimcha oziq moddalarning me'yorga nisbatan kam yoki ko'p bo'lishi organizmning morfologik va funksional jihatdan rivojlanishiga salbiy ta'sir etadi. Shu bois har bir hududa talabalarning kunlik ovqatlanishini o'rganish va tahlil qilish ular salomatligini muhofaza qilish va serunum mehnat qilishini yanada yaxshilanishida muhim ahamiyat kasb etadi [2-7].

Yuqorida aytib o'tilgan fikrlardan kelib chiqib, biz o'z kuzatuvlarimiz davomida Qoraqalpog'iston Respublikasining Nukus shahrida joylashgan oliy o'quv yurtlarida tahsil olayotgan 18-29 yoshli talaba yigit va qizlarning amaldagi ovqatlanishi va jismoniy rivojlanishini o'rganishni maqsad qilib oldik.

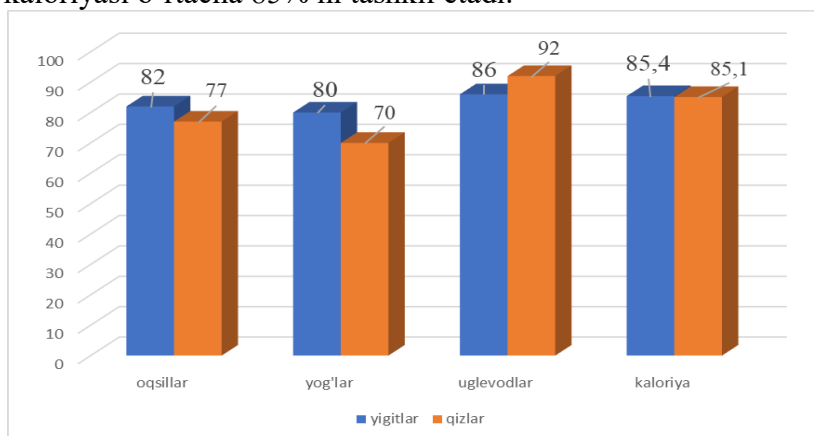
**Material va metodika.** Kuzatuvlar 2024-2025-yillarda Nukus shahrida, Qoraqalpoq davlat universitetining iqtisodiyot yo'nalishi, buxgalteriya hisobi yo'nalishi, biologiya yo'nalishi hamda SamDVMCHBU Nukus filialining veterinariya meditsinasi yo'nalishi, veterinariya farmasevtikasi yo'nalishi hamda veterinariya sanitariya ekspertizasi yo'nalishlarida, tahsil olayotgan 18-29 yoshli (1-kurs) jami 143 nafar talabalar (shundan 81 nafari yigitlar, 62 nafari esa qizlar) o'rtasida olib borildi. Ularning amaldagi ovqatlanishi an'anaviy anketa-so'rov hamda 24 soat davomida iste'mol qilgan taomlarini qayd qilish usullari orqali o'rganildi. Shuningdek talabalarning bo'y uzunligi, tana vazni hamda ko'krak qafasi aylanasi aniqlandi. Ularning jismoniy rivojlanish ko'rsatkichlari umumiy qabul qilingan antropometrik va somatometrik usullar orqali o'rganildi [8]. Kuzatuvlarga ko'ngilli talabalar jalb qilindi, ulardan tegishli tartibda rozilik xatlari olindi. Shu bilan bir qatorda "Jahon Tibbiyot Assotsiatsiyasining Xelsinki deklaratsiyasi" qoidalariga amal qilingan holda tekshirishlar olib borildi. Olingan natijalar Windows OS Microsoft Exel dasturi yordamida tahlil qilindi.

**Natijalar va muhokama.** Olib borilgan kuzatuvlarning natijalariga ko'ra, Nukus shahridagi oliy o'quv yurtlarida tahsil olayotgan 1-kurs talaba yigitlarining kunlik iste'mol taomlari tarkibidagi oqsillar va yog'larning miqdori me'yorga nisbatan tegishli holda o'rtacha 82,0% va 80,0% ni, uglevodlar hamda kunlik ovqatning umumiy energetik qiymati esa mos holda o'rtacha 86,0% va 85,4% ni tashkil etadi. Bu ko'rsatkichlarni shu yoshdagi qizlarga nisbatan aytadigan bo'lsak, ularning oqsillar bilan ta'minlanishi o'rtacha 77,0% ga, yog'lar 70% ga, uglevodlar 92,0% ga hamda kunlik ovqat kaloriyasi esa me'yorga nisbatan o'rtacha 85,1% ga teng bo'lib, ularning kunlik ovqati tarkibidagi oqsillar va yog'larning miqdori yigitlarga nisbatan 5-10% ga kamligi hamda uglevodlar esa o'rtacha 6-8% gacha ziyodligi qayd etildi (rasm). Quyidagi jadvalda talabalarning oqsillar, yog'lar va uglevodlar bilan ta'minlanishini keltiramiz.

**18-29 yoshli talabalarning kunlik ovqatidagi asosiy oziq moddalar miqdori va ularning energetik qiymati**

Ko'rsatkichlar	Yigitlar		Qizlar	
	Me'yor	Natija	Me'yor	Natija
Oqsillar, g	72	59,04±1,19	61	46,97±1,11
Yog'lar, g	81	64,81±0,97	67	50,25±1,20
Uglevodlar, g	358	318,62±12,1	289	265,88±11,8
Kaloriya, kkal	2450	2093,93±23,4	2000	1703,65±22,9

Jadvalda ko'rinib turganidek, 18-29 yoshli yigit va qizlarning kundalik ovqatidagi oqsillarning miqdori tegishli ravishda 59,04±1,19 g va 46,97±1,11 g ni tashkil etadi. Yog'larning miqdori yigitlarda o'rtacha 64,81±0,97 g ni, qizlarda esa o'rtacha 50,25±1,20 g ni tashkil etib, bu esa o'z navbatida ularning yog'lar bilan ta'minlanishini me'yorga nisbatan 20-30% gacha kamligini ko'rsatadi. Kuzatuvda bo'lgan talabalarning uglevodlar bilan ta'minlanishi me'yor raqamlaridan o'rtacha 8-14% gacha farq qiladi. Shuningdek, kunlik ovqat kaloriyasi o'rtacha 85% ni tashkil etadi.



**Talabalarning asosiy oziq moddalar bilan ta'minlanishi (me'yorga nisbatan % hisobida)**

Kuzatuvlarning dastlabki natijalariga ko'ra shuni aytish mumkin, talabalar turar joyida yashaydigan yigit va qizlarning 30% dan ko'pi ertalabki nonushtani qabul qilmaydi, tushlik vaqtida ularning aksariyati tez tayyor bo'ladigan oziq-ovqat mahsulotlarini iste'mol qilishadi. Kunlik taomlanish miqorining katta qismini asosan kechki ovqat vaqtida qabul qilishadi.

**Talabalarning ayrim antropometrik ko'rsatkichlari**

Ko'rsatkichlar	Yigitlar	Qizlar
Bo'y uzunligi, m	1,75	1,62
Tana vazni, kg	68,5	59,5
Ketle indeksi, kg/m <sup>2</sup>	22,3	22,6
Ko'krak qafasi aylanasi, sm	93,1	87,2

Jadvalda ko'rinib turganidek, talaba yigitlarning bo'y uzunligi o'rtacha 1,75 sm ni, tana vazni esa o'rtacha 68,5 kg ni tashkil etadi. Ketle indeksi 22,3 kg/m<sup>2</sup> bo'lib, bu ko'rsatkich me'yordan chetga chiqmaydi (me'yor 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup>). Shuningdek, ko'krak qafasi aylanasi ko'rsatkichi o'rtacha 93,1 sm ni tashkil etadi. Qizlarda esa yuqorida qayd etilgan ko'rsatkichlar yigitlarnikiga nisbatan biroz kamligi qayd etildi. Jumladan, qizlarda bo'y uzunligi o'rtacha 1,62 sm, tana vazni o'rtacha 59,5 kg hamda Ketle indeksi o'rtacha 22,6 kg/m<sup>2</sup> ni tashkil etadi. Ko'krak qafasi aylanasi ko'rsatkichi esa o'rtacha 87,2 sm ga teng bo'ldi. Qizlarda ham Ketle indeksi me'yordan chetga chiqmaydi.

**Xulosa.** Talabalarining asosiy oziq moddalarga bo'lgan kundalik fiziologik talabi me'yor ko'rsatkichlariga to'la mos kelmaydi. Ularning kundalik ovqati tarkibidagi oqsillar va yog'larning miqdori mavjud me'yor ko'rsatkichlariga nisbatan tegishli holda o'rtacha 19,0 va 26,5 % ga, uglevodlar miqdori esa o'rtacha 11,0 % ga kam. Oqsil, yog' va uglevodlar miqdori o'rtasidagi nisbat buzilgan. Bu esa talabalarning amaldagi ovqatlanishini tizimli o'rganish hamda korreksiya qilish zarurligini ko'rsatadi. Talaba

yigitlarning ayrim antropometrik ko'rsatkichlari qizlarnikiga nisbatan biroz yuqoriligi bilan ajralib turadi. Kettle indeksi yigitlarda ham qizlarda ham me'yor ko'rsatkichlaridan chetga chiqmaydi. Talabalarning amaldagi ovqatlanishi hamda jismoniy taraqqiyotini parallel ravishda o'rganish ular sihat-salomatligini belgilashda muhim omil sifatida xizmat qiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori. Qoraqalpog'iston Respublikasida 2022 - 2024-yillarda aholi salomatligini muhofaza qilishni yanada kuchaytirish to'g'risida. Toshkent sh., 2022-yil 7-iyul, PQ-310-son. <https://lex.uz/uz/docs/-6100013>.
2. Агафонов А.И. и др. Гигиеническая характеристика состояния адаптации у школьников города Уфы / А.И. Агафонов, А.Г. Масагутова, Е.А. Поварго [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 7. С. 14–16.
3. Мандриков В.Б. и др. Соматотипология и показатели физического развития лиц призывного возраста (по материалам Волгоградского региона) / В.Б. Мандриков, В.Н. Николенко, А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин. Волгоград: Изд-во ВОЛГГМУ, 2013. 138 с.
4. Миннибаев Т.Ш. и др. Теоретические и методические подходы к комплексному изучению состояния здоровья студентов и преподавателей вузов / Т.Ш. Миннибаев, И.К. Рапопорт, В.В. Чубаровский [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. 2012. № 2. С. 15–17.
5. Скоблина Н.А. и др. Современные тенденции физического развития детей и подростков / Н.А. Скоблина, В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 8 (245). С. 9–12.
6. Тимошенко К.Т., Николенко В.Н., Миннибаев Т.Ш., Никитюк Д.Б., Клочкова С.В. Антропометрические показатели студентов юношеского возраста на начальном этапе обучения в ВУЗе. // ЗНиСО №6 (279), 2012. стр. 29-32.
7. Татаринчик, А.А. Особенности образа жизни современной студенческой молодежи / О.Ю. Милушкина, С.В. Маркелова, Н.А. Скоблина, А.А. Татаринчик [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 11 (308) – С. 5–8.
8. Петров В.А. Методология изучения питания различных групп населения: учебное пособие / В.А. Петров. – Владивосток: Медицина ДВ, 2015. – 287 с.

### YUQORI SINIF O'QUVCHILARINING MORFOFUNKSIONAL KO'RSATKICHLARINING O'ZIGA XOSLIGI

**Temirova Nilufar Akbarjon qizi**

Qarshi davlat universiteti biologiya 2-kurs magistranti

[temirova\\_nilufar02@mail.ru](mailto:temirova_nilufar02@mail.ru)

ORCID 0009-0006-8709-0361

**Raxmatullayev Yorqin Shokirovich**

Qarshi davlat universiteti Fiziologiya kafedrasida dotsenti

[rakhmatullayev.e@mail.ru](mailto:rakhmatullayev.e@mail.ru)

ORCID 0000-0001-8214-7396

UDK 574/577+572.79+613.2

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqot yuqori sinif o'quvchilarining morfofunktsional ko'rsatkichlarini har tomonlama o'rganishga bag'ishlangan. Unda o'quvchilarning tana tuzilishi, bo'y uzunligi, vazni, yurak-qon tomir hamda nafas olish tizimining funktsional holati atroflicha tahlil qilinadi. Shuningdek, jismoniy faollik darajasi, o'quvchilarning kun tartibi va sog'lom turmush tarzi ko'rsatkichlari bilan sog'liq o'rtasidagi uzviy bog'liqlik ochib beriladi. Tadqiqot natijalari o'quvchilarning jismoniy rivojlanishiga ijtimoiy sharoitlar, ekologik muhit, oilaviy tarbiya va maktabdagi ta'lim-tarbiya jarayonlarining sezilarli ta'sirini ko'rsatadi. Olingan ma'lumotlar o'quvchilarda sog'lom turmush tarzini shakllantirish, kasalliklarning oldini olish va jismoniy tayyorgarlikni oshirish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** morfofunktsional, fiziologik, kettle indeksi, rastomer, tarozi, o'lchov.

### SPECIFIC FEATURES OF MORPHOFUNCTIONAL INDICATORS OF HIGH SCHOOL STUDENTS

**Annotation.** This study is devoted to a comprehensive investigation of the morphofunctional indicators of high school students. It analyzes the body structure, height, weight,

as well as the functional condition of the cardiovascular and respiratory systems in detail. In addition, the relationship between physical activity level, daily routine, indicators of a healthy lifestyle, and overall health is revealed. The research results demonstrate the significant influence of social conditions, ecological environment, family upbringing, and the educational process at school on the physical development of students. The obtained data serve as a basis for developing scientifically grounded recommendations aimed at promoting a healthy lifestyle among students, preventing diseases, and improving their physical preparedness and overall well-being.

**Keywords:** morphofunctional, physiological, Kettle index, stadiometer, scale, measurement.

**Kirish.** Ma'lumki, antropometrik ko'rsatkichlar har bir organizmning salomatligini belgilaydigan eng muhim omillardan biri bo'lib hisoblanadi. Ya'ni bolaning bo'y uzunligi hamda tana vazni odatda uning qay darajada o'sib-rivojlanayotganligi, atrof muhit omillariga moslashishi, ovqatlanishi, kun tartibi kabi qator omillar ham alohida o'rin egallaydi. Bolaning rivojlanishi nafaqat ma'naviy, balki jismoniy, intellektual va ijtimoiy tomonlarini ham o'z ichiga olgan holda barkamol shaxsni shakllantirishga qaratilgan bo'lishi lozim. Bu jarayon davlat va jamiyatning kelajagi uchun yosh avlodning eng yuqori sifatlarni egallab, erkin, axloqli va mas'uliyatli insonlarga aylanishini ta'minlaydi. Shuning uchun, yoshlarimizning ta'lim va tarbiyasiga e'tibor qaratish, ularning rivojlanish jarayonida kompetensiyalarni shakllantirish har bir jamiyat uchun eng muhim vazifa bo'lib qoladi [1-3].

Bugungi kunda antropologlar, demografik o'sishning pasayishi haqida bir qancha mintaqalarda kuzatishlar olib bormoqda. Yevropa, Skandiy mamlakatlari, Yaponiya va MDH (Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi) aholisi o'sishining pasayishi, rivojlanayotgan mamlakatlarda esa aksincha tezlashgan. Shuningdek, arxeologik kashfiyotlar, inson tanasining evolyutsiyasi haqida qiziqarli ma'lumotlar taqdim etmoqda. Masalan, 100 ming yil muqaddam yashagan neandertal odamlari o'rtacha 160 sm bo'yiga ega bo'lgan. 60 ming yil avval esa, ya'ni hozirgi insonlarning birinchi ajdodlari, 189 sm balandlikka yetgan. Biroq, ulardan keyingi davrda, insonning o'rtacha bo'yi yana 160 sm atrofida bo'lgan. Bu o'zgarishlar ko'plab omillar bilan bog'liq, jumladan, iqlim sharoiti, oziqlanish, madaniy va texnologik rivojlanishlar [3-6].

Arxeologik qazishmalar orqali topilgan g'orlar va qadimgi yashash joylari, ibtidoiy odamlarning hayoti haqida ko'p ma'lumotlar beradi. Ularning hayotini o'rganish, o'sha davrda odamlarning ko'p qismi kichik va tor joylarda yashaganligini ko'rsatadi. Misol uchun, qadimgi yunonlarning Akropoliga olib boruvchi zinapoyalar shunchalik tor bo'lgan ediki, zamonaviy odamlar ular orqali harakat qilishda qiyinchiliklarga duch kelgan. Bundan tashqari, o'rta asrlarda qurilgan uylarning past shiftlari va eshiklari, o'sha davr odamlarining o'rtacha balandligi bugungi kunda ham qiziqish uyg'otadi. Ular, odatda, egilib yurishga majbur bo'lgan [4-7].

O'rta asrlarning jangchi ritsarlari uchun ishlab chiqilgan zirhlar, ularning faqat yosh avlodlar tomonidan kiyilishi mumkin edi, chunki ularning og'irligi va kattaligi, o'sha davr odamlarining bo'yi va kuchiga mos kelardi. Biroq, 19-asrning oxiridan boshlab, inson o'sishi yanada tezlashdi. Masalan, Muskovitlar (Rossiya hududida yashagan ruslarga nisbatan ushbu atama qo'llanilgan), 1882 yildan 1974 yilgacha o'rtacha bo'yi 147 sm dan 170 sm gacha oshgan. Bu davrda ijtimoiy va iqtisodiy rivojlanish, tibbiyot va oziqlanishning yaxshilanishi natijasida o'sish sur'atlari sezilarli darajada ortgan. Shuningdek, inson o'sishining yanada rivojlanishi natijasida, 20-asrda global darajada bo'y o'sishining davom etganligi kuzatilmoqda. Olimlar fikriga ko'ra, agar insonning evolyutsiyasi oxirgi 200 ming yil ichida davom etganidek, o'sha davrda inson o'sishi davom etganida, bugungi kunda 300 metr balandlikka ega gigantlar yer yuzida yashar edi. Biroq, bu faraziya real hayotda turli ekologik, genetik va boshqa biologik omillar tufayli amalga oshmasligi mumkin. Hozirgi kunda odamlarning o'sish sur'atlari ba'zi hududlarda

kamaygan bo'lsa-da, ba'zi mintaqalarda ulkan demografik o'sish kuzatilmoqda, bu o'z navbatida insoniyatning kelajakdagi evolyutsiyasini shakllantiradi [4].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Kuzatuvlar 2025-yilda Nishon tumanidagi 36- va 22-maktablarda tahsil olayotgan 15-17 yoshli 120 nafar (shundan 66 nafari qizlar 54 nafari esa yigitlar) o'quvchilar orasida o'tkazildi. Ya'ni 9-, 10- va 11-sinfda o'qiyotgan o'quvchilarning jismoniy rivojlanish ko'rsatkichlari o'rganildi. Ularning jismoniy taraqqiyotini tekshirishda tegishli antropometrik usullardan foydalanildi.

Bo'y o'lchashda yog'och rostomerdan foydalanildi. Bola rostomerga orqa tomoni bilan tik turib, tanasining uchta muhim nuqtasi - bosh, dumbasi va tovoni - rostomerga tegib turishi ta'minlandi. Ushbu talabga rioya qilish, to'g'ri va aniq o'lchov olishda muhim rol o'ynaydi. Bosh qismi rostomerni planshestkasiga tegizilib, bolaning bo'yi aniqlanadi. O'lchov natijalari daftarga qayd etilib, keyinchalik statistik tahlil uchun foydalaniladi [5].

Ko'krak qafasining aylanasi uchta holatda o'lchanadi: maksimal nafas chiqarishda, maksimal nafas olishda va pauza holatida. Bu o'lchovlar bolaning jismoniy holatini yaxshiroq anglash imkonini beradi va ko'krak qafasining fleksibilitasini o'lchashda yordam beradi. Bola ikkita qo'lini keng yoyib turishi va santimetrli lenta yordamida o'lchov amalga oshiriladi. Lenta ko'krak qafasining orqa qismiga pastga tushirilganda va oldingi qismini ham qamrab olishi kerak. Bu usul ko'krak qafasining aylanasi va uning ekskursiyasini (nafas olish va chiqarish jarayonida o'lchangan farqni) aniq o'lchash imkonini beradi. Ko'krak qafasining ekskursiyasi o'rtacha 6-8 sm kattalikda bo'ladi va sportchilarda bu ko'rsatkich 12-16 sm ni tashkil etishi mumkin. Kichik maktab yoshidagi bolalarda esa bu ko'rsatkich 3-5 sm ga teng.

Tana vaznini o'lchashda yuqori aniqlikka ega tibbiyot tarozi ishlatildi. O'lchovlar bola kiyimsiz va oyoq kiyimsiz holda amalga oshirildi, chunki kiyim va oyoq kiyimining og'irligi natijalarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Tarozi ko'rsatkichlari aniq qayd etilib, ma'lumotlar maxsus daftarda saqlanadi. Tana vaznining o'zgarishi o'sish, rivojlanish va sog'liq holatini tahlil qilishda yordam beradi, shuningdek, antropometrik parametrlar bo'yicha individual farqlarni aniqlash imkonini yaratadi [5,6,7].

### Natijalar va muhokama.

#### O'quvchilarning ayrim antropometrik ko'rsatkichlari

Sinf	Jinsi	O'rtacha tana vazni, kg	O'rtacha bo'y uzunligi, sm	O'rtacha ketle indeksi, kg/m <sup>2</sup>	O'rtacha ko'krak qafasi aylanasi, sm	O'rtacha nafas soni, ta (1 min)	O'rtacha puls soni, ta (1 min)
9-sinf (15 yosh)	Qiz	49,77	143	19,6	76,5	24,6	75,3
	O'g'il	58	170	20,6	84,7	22,5	79,5
10-sinf (16 yosh)	Qiz	57,4	163	21,9	88,7	31,7	73,7
	O'g'il	63,5	174	21	90,7	35	73
11-sinf (17 yosh)	Qiz	53,8	168	21,3	88	28,5	96,7
	O'g'il	63,2	172	21,5	89,3	29,6	105,7

Yuqoridagi jadvalda ko'rinib turganidek, 15 yoshlilarda (9-sinf) o'g'il bolalarning tana vazni qizlarga nisbatan o'rtacha 1,16 barobarga, bo'y uzunligi esa o'rtacha 1,18 barobarga ziyodligi aniqlandi. O'g'il bolalar uchun o'rtacha Kettle indeksi 20,6 kg/m<sup>2</sup>, qiz bolalarida esa 19,6 kg/m<sup>2</sup> bo'lib, bu 1,05 barobar yuqoridir. Ko'krak qafasi aylanasi o'g'il bolalarda 84,7 sm, qiz bolalarda esa 76,5 sm bo'lib, 1,1 barobar farq mavjud. Nafas olish tezligi o'g'il bolalarida 22,5 nafas/daqiqqa, qiz bolalarida esa 24,6 nafas/daqiqqa bo'lib, bu 1,09 barobar kamroq. Yurak urish tezligi o'g'il bolalarida 79,5 ta/daqiqqa, qiz bolalarida esa 75,3 ta/daqiqqa bo'lib, 1,05 barobar ko'proq ekanligi kuzatildi.

Xuddi shuningdek, 16 yoshlilarda (10-sinf) o'g'il bolalarning tana vazni ko'rsatkichlari qiz bolalarga nisbatan o'rtacha 1,1 barobar, bo'y uzunligi esa o'rtacha 1,06 barobarga ortiqiligini ko'rish mumkin. Kettle indeksi ham o'g'il ham qizlarda bir-biriga teng bo'lib, jumladan o'g'il bolalarda 21 kg/m<sup>2</sup> ni, qiz bolalarda esa 21,9 kg/m<sup>2</sup> ni tashkil

etadi. Ko'krak qafasi aylanasi o'g'il bolalarida 90,7 sm, qiz bolalarida esa 88,7 sm bo'lib, bu ko'rsatkich qizlarda o'rtachan 1,02 barobarga kamligini ko'rsatadi. Agar nafas olish chastotasini taqqoslaydigan bo'lsak, bu ko'rsatkich o'g'il bolalarida o'rtacha 35 ta/daqiqqa, qiz bolalarida esa o'rtacha 31,7 ta/daqiqqa bo'lib, qizlarda bu ko'rsatkich o'rtacha 1,1 barobargacha kamligini aytishimiz mumkin. Yurak urish tezligi o'g'il va qiz bolalarda deyarli teng bo'lib, mos ravishda 73,0 ta/daqiqqa va 73,7 ta/daqiqqa bo'ldi.

17 yoshlilar (11-sinf) bo'yicha olingan natijalar shundan dalolat beradiki, o'g'il bolalarning tana vazni qiz bolalarga nisbatan o'rtacha 1,2 barobar og'irroq va bo'y uzunligi o'rtacha 1,02 barobar uzunroq ekanligi aniqlangan. Kettle indeksi o'g'il va qiz bolalarida deyarli teng bo'lib, mos ravishda 21,5 kg/m<sup>2</sup> va 21,3 kg/m<sup>2</sup> ni tashkil etadi. Ko'krak qafasi aylanasi o'g'il bolalarida o'rtacha 89,3 sm, qiz bolalarida esa o'rtacha 88,0 sm bo'lib, deyarli farq kuzatilmadi. Nafas olish tezligi o'g'il bolalarida o'rtacha 29,6 ta/daqiqqa, qiz bolalarida esa o'rtacha 28,5 ta/daqiqqa bo'lib, bu ko'rsatkichda ham farq kuzatilmadi. Yurak urish tezligi o'g'il bolalarida o'rtacha 105,7 ta/daqiqqa, qiz bolalarida esa o'rtacha 96,7 ta/daqiqqa bo'lib, bu ko'rsatkich 1,1 barobar yuqori ekanligi kuzatildi.

**Xulosa.** Tadqiqotda 9, 10 va 11-sinf o'quvchilari o'rtasida o'g'il bolalar va qiz bolalarining jismoniy ko'rsatkichlarida farqlar mavjudligi aniqlandi. O'g'il bolalar qiz bolalarga nisbatan og'irroq, uzunroq, ko'krak qafasi aylanasi katta va ba'zi hollarda yurak urish tezligi yuqoriroq ekanligi ko'rsatilgan. Shuningdek, nafas olish tezligi o'g'il bolalarida ba'zan kamroq bo'lsa-da, boshqa ko'rsatkichlarda farqlar deyarli teng bo'lib, umuman olganda, jinsga qarab jismoniy rivojlanishning ba'zi o'zgarishlari mavjudligini ko'rsatadi. Kuzatuvda bo'lgan o'quvchilarning tana vazni o'rtacha 57,6 kg, bo'y uzunligi esa o'rtacha 165,0 sm ni tashkil etadi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Баранов А.А. Значение здоровья детей в формировании их гармоничного развития / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт // Гигиена и санитария. 2015. № 6. С. 58-62.
2. Гаврюшин, М.Ю. Антропометрические особенности физического развития школьников современного мегаполиса / М.Ю. Гаврюшин, И.И. Березин, О.В. Сазонова // Казанский медицинский журнал. 2016. Т. 97. № 4. С. 629-633.
3. Сердюковский Г.Н., Громбах С.М. Гигиеническая оценка обучения учащихся в современной школе. Москва, 1992. - стр. 22-32
4. Хайтбаева В. В. Yoshlarning morfologik xususiyatlari va jismoniy rivojlanganligini tadqiq qilish // Monografiya. Farg'ona, 2023. – 103 B.
5. Чочовадзе А.Б., Бохрах И.И., Горохов Р.Н. Физическое развитие детей и подростков, исследование и оценка. Детская спортивная медицина. Москва 1994. – С. 144.
6. Солопов И.Н., Шамардин А.И. Функциональная подготовка спортсменов. - Волгоград: Принт Терра-Дизайн, 2003. - С. 263.
7. Norov Sh.A. O'smirlik davrining aksleratsiya nazariyalarining ijtimoiy psixologik asoslari. O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali, 2024. 31-son, 107-112 b.

**NOBIOLOGIK YO‘NALISHLARDA EKOLOGIYA FANINI O‘QITISHNING MUHIMLIGI****M.A.Maxammadiyeva**

Qarshi davlat universiteti doktoranti

[Munisamaxammadiyeva92@gmail.com](mailto:Munisamaxammadiyeva92@gmail.com)

ORCID 0009000982826749

UDK 502.3

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada nobiologik yo‘nalishlarda ekologiya fanini o‘qitishning ahamiyati, maqsadi, vazifalari, talabalarda ekologik kompetensiyalarni rivojlantirishdagi o‘rni yoritib berilgan. Mazkur fan nafaqat ekologik bilimlarni shakllantiradi, balki barqaror rivojlanish g‘oyalari, yashil iqtisodiyot va rivojlanish tushunchalarini singdiradi hamda hayotga tatbiq etishda muhim pedagogik omil sifatida xizmat qiladi. Nobiologik yo‘nalishlarda ekologiya fanini o‘qitish zamonaviy ta‘lim tizimining ajralmas qismi hisoblanib, nafaqat nazariy bilimlarni, balki ekologik qadriyat va mas‘uliyatni ham shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot ishida “Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” hamda “Atrof-muhitni muhofaza qilish va yashil rivojlanish” fanlarining o‘quv dasturi ishlab chiqilgan. Unga mos ravishda ma‘ruza, amaliy va mustaqil ishlarining mavzulari shakllantirilgan va ta‘lim jarayonida joriy etishga erishilgan.

**Kalit so‘zlar:** ekologiya, atrof-muhit, ekologik ta‘lim, nobiologik yo‘nalish, ekologik madaniyat, ekologik kompetensiya, barqaror rivojlanish.

**Abstract.** This article examines the importance, goals and objectives of teaching ecology in non-biological fields, as well as its role in developing students' environmental competencies. This subject not only forms environmental knowledge, but also instills ideas of sustainable development, the concept of a "green" economy and development, acting as an important pedagogical factor in its implementation. Teaching ecology in non-biological fields is an integral part of the modern education system and plays an important role in the formation of not only theoretical knowledge, but also environmental values and responsibility.

In the course of research work, a curriculum was developed for the subjects "Ecology and Environmental Protection" and "Environmental Protection and Green Development". In accordance with it, the topics of lectures, practical and independent work were formulated and introduced into the educational process.

**Keywords:** ecological, environment, environmental education, non-biological area, ecological culture, ecological competence, sustainable development, green economy.

**Kirish.** Globallashuv jarayonida ekologik muammolar dunyo miqyosida eng dolzarb masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. Sayyoramizda sodir bo‘layotgan atmosfera havosining ifloslanishi, suv resurslarining kamayishi, chiqindilar muammosi, iqlim o‘zgarishi kabi omillar insoniyatning barqaror rivojlanishiga jiddiy tahdid solmoqda.

Chunonchi, respublikamiz hududida ham ekologik muammolarning mavjudligi va murakkablashuvi, har bir insonni atrof-muhitga mas‘uliyatli munosabatda bo‘lishini talab etadi. Qolaversa, ushbu muammolarning yechimi nafaqat mutasaddi kishilarning, balki barcha insoniyatning vazifasidir. Shu sababli, nobiologik ixtisoslik yo‘nalishlarida ekologiya fanini o‘qitish bugungi kunda strategik zaruratga aylanmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 27-maydagi 434-son qaroriga O‘zbekiston Respublikasida Ekologik ta‘limni rivojlantirish konsepsiyasida Oliy ta‘lim tizimining ekologik ta‘limni takomillashtirish va rivojlantirish zarurligiga alohida e‘tibor qaratilgan, barcha turdagi ta‘lim muassasalarida ekologik ta‘limning majburiyligi qayd etilgan. Ekologik ta‘limning asosiy maqsadi biosferaning barcha qatlamlarida atrof-muhitni muhofaza qilish masalalariga ongli munosabatni shakllantirishni va ekologik bilimlardan xabardor bo‘lgan ekologik dunyoqarashi va madaniyati shakllangan yuksak ma‘naviyatli inson shaxsini voyaga yetkazishni ko‘zda tutadi [1]. Zero, ekologik muammolar bugungi kunda umuminsoniy xarakterdagi muammolar darasida bo‘lib, tabiatni asrab-avaylash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va kelgusi avlodga yetkazib berish masalasi jamiyat oldidagi muhim vazifalardan biridir.

Shu o'rinda, Prezidentimiz Sh.M.Mirziyoyev tomonidan "2030-yilgacha bo'lgan davrda aholining ekologik madaniyatini yuksaltirish" Konsepsiyasi o'z vaqtida qabul qilingan muhim hujjatdir. Mazkur konsepsiyada o'sib kelayotgan yosh avlodda ekologik bilim, ong va madaniyatni shakllantirish hamda rivojlantirish, ushbu yo'nalishda ta'lim-tarbiya jarayonini samarali tashkil etish, aholining barcha qatlamlarida ekologik madaniyatni yanada yuksaltirishdan iborat deb qayd etilgan [2].

Birlashgan Millatlar Tashkilotining tadqiqot ma'lumotlariga ko'ra, yoshlar ekologik muammolarni hal qilish va iqlim o'zgarishiga qarshi kurashda asosiy rol o'ynaydi [3]. 2022-yilda o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yoshlarda ekologik madaniyatni shakllantirish ko'plab mamlakatlar ta'lim siyosatida ustuvor yo'nalish hisoblanadi [4].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Mamlakatimizning yangi ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik sharoiti yuksak kasbiy mahoratga ega, malakali mutaxassislarni tayyorlash zarurligini taqozo etmoqda. Hozirgi vaqtda mutaxassislarning kasbiy mahoratini oshirish orqali ularning ijtimoiy himoyasini kuchaytirish zarurati dolzarbdir. Shu bois, ekologik bilimlarni biologiya sohasi bilan chegaralab bo'lmaydi. Bugungi kunda iqtisodiyot, menejment, energetika, axborot texnologiyalari, oziq-ovqat texnologiyalari, huquqshunoslik, pedagogika, filologiya kabi yo'nalishlarda ham ekologik bilimlar zarurligi asoslanmoqda.

Zero, Yurtboshimiz ta'kidlaganlaridek "Hozir ekologiya xuddi raqamli texnologiyalarday dolzarb. Kelajakda hamma soha atrof-muhit bilan hamohang bo'ladi" [5].

Mamlakatimizda so'nggi yillarda barcha jabhalar qatorida ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish sohasida to'laqonli huquqiy-me'yoriy baza yaratilgan va bu sohada izchil ishlar olib borilmoqda. Shu bilan birga, bu borada o'tkazilgan tahlil natijalari yoshlarni tarbiyalashda ekologik tarbiyani takomillashtirish zaruratining mavjudligini hamda aholining ekologik madaniyatini rivojlantirishda kompleks yondashuv va strategik rejalashtirishni amalga oshirish zaruratini ko'rsatmoqda [6].

Shu munosabat bilan 2024-yilning 29-oktabrda Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vaziri tomonidan "Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi sohasida kadrlar tayyorlashni amaliyot bilan muvofiqlashtirish to'g'risida" gi 407-sonli buyrug'i imzolandi [7]. Ushbu buyruqqa asosan, ikkita muhim masalani amalga oshirish nazarda tutilgan. Xususan, 2025-yil yanvardan boshlab bakalavriat ta'lim yo'nalishlarining xususiyatini inobatga olgan holda ekologiya va atrof-muhit muhofazasi yo'nalishlari yuqori bosqich talabalarining amaliyotlarini dual ta'lim tizimida yo'lga qo'yish masalasi bo'lib, Qashqadaryo viloyati Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi boshqarmasida Agrokimyoy va ekologiya kafedrasining filiali tashkil etildi. Shu bilan birga, 2025-2026 o'quv yilidan boshlab bakalavriat ta'lim yo'nalishlarining xususiyatini inobatga olgan holda o'quv rejalari tanlov fanlari blokida sohaga yo'naltirilgan "Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi" fani o'qitilishini ta'minlash choralarini ko'rish vazifalari belgilangan [7].

Ushbu sohadagi o'quv reja va fan dasturlarining jahon standartlariga mos bo'lishi va eng so'nggi yangiliklarga asoslangan ma'lumotlar bilan boyitilishi maqsadga muvofiqdir. Ayniqsa, yoshlarni mustaqil fikrlashga yo'naltirilgan, fan yuzasidan ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishga qaratilgan interaktiv metodlardan foydalanish muhimdir. Xususan, yoritilayotgan mavzular mazmun mohiyatidan kelib chiqib bashorat qilish, aqliy hujum, qadriyatlarga aniqlik kiritish, ekologik g'amxo'rlik, munozarali ma'ruza, kichik guruhlarda ishlash kabi metodlarni ishlab chiqish va o'quv jarayoniga tatbiq etish o'z samarasini beradi.

**Natijalar va muhokama.** Mazkur buyruq nobiologik ta'lim yo'nalishlarida "Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi" fanini o'qitishning o'ta dolzarb vazifalardan biri

ekanligidan dalolat beradi. Shu bois, Qarshi davlat universitetining ko‘plab nobiologik yo‘nalishlari o‘quv rejasiga tanlov fan sifatida “Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” hamda “Atrof-muhitni muhofaza qilish va yashil rivojlanish” fanlar kiritildi. Xususan, iqtisodiyot, inson resurslarini bosqarish, marketing, axborot tizimlari va texnologiyalari, rangtasvir, dizayn, filologiya va tillarni o‘qitish, kimyo, geografiya va boshqa shu kabi yo‘nalishlar. Mazkur fanni o‘qitish maqsadida barcha yo‘nalishlar uchun mos bo‘lgan mavzular tanlab olindi. Ma’ruza, amaliy va mustaqil dars mashg‘ulotlarida mavzularning bir-biriga bog‘liqlik jihatlari va bir-birini to‘ldirib borishiga katta ahamiyat berilgan. Mavzulardagi tizimlilik va uzviylik yoshlarda ekologik tushuncha va ko‘nikmalarni tarkib toptiradi, barcha mutaxassisliklar uchun xos bo‘lgan universal kompetensiyani shakllanishiga olib keladi. Buning natijasida talabalarda fan-texnika taraqqiyotining tabiatga ta’siri, biosferaning o‘zgarishi, insonning xo‘jalik faoliyatini tabiatga salbiy va ijobiy ta’siri haqida tasavvur shakllanadi, hamda talabalar turli darajadagi ekologik muammolarni tahlil qila olish, tabiatdan foydalanishning ekologik prinsiplari, o‘simlik va hayvonlarni muhofaza qilish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va muhofazasi bo‘yicha yechimlar topa bilish, tadbirlarni rejalashtira olish va amalga oshirish ko‘nikmalarga ega bo‘lishadi. Quyida o‘quv dasturlarining tematik rejasini keltirilgan.

**“Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” fanining tematik rejasini**

<b>T/r</b>	<b>Ma’ruza</b>	<b>Amaliy mashg‘ulot</b>	<b>Mustaqil ta’lim</b>
1.	Kirish. Hozirgi zamon ekologik muammolari	Ekologiyada qo‘llaniladigan usullar	Ekologiya fani, uning bo‘limlari, vazifalari
2.	Ekologiya fani va uning maqsad va vazifalari, rivojlanish tarixi	Inson va tabiiy landshaftlar	Muhit va ekologik omillar. Muhitga organizmlarning moslashishi
3.	Ekologik omil va qonuniyatlar	O‘simlik qoplamini muhofaza qilish, qo‘riqxonalar	Suv, havo va tuproq muhitlari va ularning ifloslanishi
4.	Tabiiy resurslar va ularning turlari	Hayvonot dunyosini muhofaza qilish (milliy bog‘lar, buyurtmalar, “qizil kitob)	Tabiat va jamiyat orasidagi munosabatlar. Ilmiy texnika taraqqiyotining tabiatga ta’siri
5.	Biosfera. Ekotizimlar ekologiyasi	O‘zbekiston tabiat yodgorliklari	Atmosfera havosini ifloslanishini insonga ta’siri va undan muhofazalanish
6.	Atmosfera va uni muhofaza qilish	Iqlim o‘zgarishi muammolari	Tuproq ekologiyasi. Tuproqdagi muommolar va ularga qarshi kurash
7.	Gidrosfera. Tabiatda suvning roli va ahamiyati	Suv muhiti omillariga organizmlarning moslashishi	O‘simliklar dunyosini muhofaza qilish. O‘simliklarni tabiatda tutgan o‘rni, xususiyatlari
8.	Litosfera. Tuproq degradatsiyasi	Tuproq muhiti omillariga organizmlarning moslashishi	Hayvonot dunyosini muhofaza qilish. Hayvonot dunyosining biosferadagi o‘rni
9.	Muhofazaga olingan hududlar	Orol fojeasi va uni oldini olish yo‘llari, Orol bo‘yidagi ijtimoiy va ekologik muammolar	Shovqin haqida tushuncha. Shovqin manbalari, inson organizmiga shovqinning ta’siri. Akustik ritmni yaxshilash chora-tadbirlari
10.	Chiqindilar muammosi	Har xil joylardagi shovqin kuchini aniqlash	O‘zbekiston agroekotizimlari muammolar, bartaraf etish yo‘llari
11.	Monitoring tushunchasi usullari va turlari	Qishloq xo‘jaligi va biosfera	Ekoturizm va uning turlari

12.	Atrof-muhitni halqaro-huquqiy muhofaza qilish	O‘zbekistonning ekologik barqaror rivojlanishi	Markaziy Osiyoning ekologik muammolari
13.	Tabiatni muhofaza qilish ta’lim va tarbiyaviy xususiyatlari	Ekologik siyosat va ekologik xavfsizlik	Ekologik ong va madaniyatni shakllantirish yo‘llari

**“Atrof-muhitni muhofaza qilish va yashil rivojlanish” fanining tematik rejasi**

T/r	Ma’ruza	Amaliy mashg‘ulot	Mustaqil ta’lim
1.	Kirish. Atrof-muhitni muhofaza qilish va yashil rivojlanish fanining maqsad va vazifalari, rivojlanish tarixi	Biosferaga ko‘rsatayotgan ta’sir	Jahonda atrof-muhit muhofazasi va yashil rivojlanish siyosati
2.	Fan-texnika taraqqiyoti va ekologik muammolarning yuzaga kelishi	Atmosferani ifloslanishi va oldini olish	Ekologik ta’lim-tarbiya masalalari
3.	Biosfera – global ekotizim	Gidrosferani ifloslanishi va oldini olish.	Orol dengizi qurishi oqibatida kelib chiqayotgan ijtimoiy-ekologik muammolar
4.	Global iqlim o‘zgarishi	Litosferani ifloslanishi va oldini olish	Urbanizatsiya va atrof-muhit
5.	Atmosferani muhofaza qilish	Tabiiy resurslar, ularni tejash muammosi	O‘zbekistonda atmosferaning ifloslanishi va uning oldini olish choralari
6.	Gidrosferani muhofaza qilish	Hozirgi zamonning ekologik muammolari	O‘simlik va hayvonot dunyosini muhofaza qilish.
7.	Litosferani muhofaza qilish	Qishloq xo‘jaligi va atrof-muhit	Iqlim o‘zgarishi muammolari
8.	Bioxilma-xillikni muhofaza qilish	Orol fojeasi va uni oldini olish yo‘llari, Orol bo‘yidagi ijtimoiy va ekologik muammolar	Atmosfera havosini ifloslanish muammolari
9.	Tabiiy resurslar va ulardan samarali foydalanishning iqtisodiy va ekologik jihatlarini	Biologik xilma-xillikni saqlash	Suv resurslarini ifloslanish muammolari
10.	Chiqindilar muammosi	Xalq xo‘jaligida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish	Yer resurslari va ularni ifloslanish muammolari
11.	Muhitni shovqindan muhofaza qilish	Bioenergiyadan foydalanishning ekologik jihatlarini.	Quyosh energiyasi va undan foydalanish
12.	Muqobil energiyaning jamiyat hayotida tutgan o‘rni.	Barqaror rivojlanishning ekologik jihatlarini.	Suv zahirasi va undan olinadigan energiya turlari
13.	O‘zbekistonda muqobil energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari.	Ekologik siyosat va ekologik xavfsizlik	Shamol energiyasi va uning ahamiyati
14.	Jahonda yashil rivojlanish muammosi va barqaror taraqqiyot strategiyasi.	Chiqindilar muammosi.	Biogazdan foydalanish yo‘llari
15.	Atrof-muhit muhofazasida ekologik ta’lim-tarbiya masalalari	Yashil makon dasturi va yuksak ma’naviyatli shaxs modeli.	Atom elektr stansiyalari haqida umumiy tushuncha

Shuni aytilish joizki, nobiologik ixtisoslik yo‘nalishlarining tor (spetsifik) xususiyatidan kelib chiqqan holda mazkur o‘quv dasturini 5-10% atrofida o‘zgartirish ya’ni moslashtirish, talabalarga berilayotgan ekologik bilimlar doirasini yanada mukammallashtiradi va ta’lim samaradorligini oshiradi.

Jamiyatda fuqarolarning ekologik savodxonligini sezilarli darajada oshirish, shaxsning individual qobiliyatlari va ehtiyojlariga mos keladigan yangi qadriyatlarni shakllantirishga bo'lgan ehtiyoji bo'lajak mutaxassislarining ekologik ta'limini takomillashtirishga jiddiy talablar qo'yadi. Ekologik ta'lim yagona yaxlit jarayon sifatida ma'lum ijtimoiy voqelik kontekstida mavjud bo'lib, uni belgilovchi ijtimoiy hodisalardan ajralgan holda ko'rib chiqilishi mumkin emas. Ekologik ta'limning ijtimoiy jihati uning jamiyat rivojlanishining ijtimoiy-ekologik asoslari bilan bog'liq. Ekologik ta'lim muayyan ijtimoiy muhitda ishlaydi, u o'z izini qoldiradi va o'zi nafaqat pedagogik, balki ijtimoiy hodisa sifatida ham namoyon bo'ladi. Ekologik ta'limning ijtimoiy jihatlari ta'lim jarayonini nazariy va pedagogik tahlil qilishni davom ettirishi va chuqurlashtirishi lozim. Universitet talabalariga ekologik ta'limning ijtimoiy jihatlari bo'lajak mutaxassislariga nafaqat tahliliy, balki prognostik (oldindan bashorat qilish) xarakteriga ega bo'lgan ekologik bilim, ko'nikma va malakalarni berish zarurati bilan bog'liq.

Insoniyat va atrof-muhit o'rtasidagi munosabatlar tarixiy ahamiyatga ega bo'lib, ilmiy, estetik, axloqiy, ijtimoiy va huquqiy jihatlaridan xabardor bo'lish aholining ekologik bilimlarini shakllantirishning asosiy sharti hisoblanadi [8].

Ekologik ta'lim, ekologik muammolardan xabardor bo'lgan, bu muammolarga befarq bo'lmaydigan va ularni hal qilishda hissa qo'shishga tayyor insonlarni yetishtirishga qaratilgan. Tabiatga befarq bo'lmagan shaxslarni tarbiyalash, ekologik ko'nikma, bilim, motivatsiya va mas'uliyatga ega bo'lgan aholini shakllantirish ekologik ta'limning asosiy global maqsadlaridan biridir [9].

**Xulosa va takliflar.** Xulosa qilib aytganda, nobiologik yo'nalishlarda ekologiya fanini o'qitish zamonaviy ta'lim tizimining ajralmas qismi bo'lib, nafaqat nazariy bilimlarni, balki ekologik qadriyat va mas'uliyatni ham shakllantiradi. Bu jarayon orqali ekologik xavfsizlikni ta'minlaydigan, barqaror rivojlanishga hissa qo'shadigan mutaxassislarni tayyorlash imkoniyati yaratiladi. Nobiologik yo'nalishlarda ekologiya fanini o'qitish jarayonida quyidagi muhim jihatlarga e'tibor qaratish lozim.

**1. Nobiologik yo'nalishlar uchun ekologiya fanining maxsus dasturlarini ishlab chiqish.** Bugungi kunda ekologik muammolar sayyoraviy va umuminsoniy xarakterga ega bo'lib, nobiologik ixtisoslik talabalarida ham ekologik bilimlarning zarurati yuzaga keldi. Chunki har bir soha tabiat va resurslardan foydalanadi hamda atrof-muhitga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli bu yo'nalish talabalari uchun o'qitiladigan "Ekologiya" kurslarida mutaxassisliklar xususiyatidan kelib chiqqan holda, muayyan mavzularga asoslangan maxsus dasturlar ishlab chiqish lozim deb hisoblaymiz.

**2. O'qitishda interfaol metodlar va raqamli texnologiyalarni keng qo'llash.** Ekologiyani o'qitishda an'anaviy uslublar yetarli emas. Chunki ekologik bilimlar amaliyotga yo'naltirilgan, talabalarni mustaqil fikrlashga undaydigan jarayonni talab qiladi. Shu sababli interfaol metodlar va raqamli texnologiyalarni keng joriy etish zarur. Bunda talabalarda mustaqil fikrlash, tabiat bilan uyg'un ishlash, muammoga kreativ yondashish ko'nikmalari shakllanadi. Ekologik ta'limda samaradorlik ortadi va talabalarda "Ekologiya" zerikarli fan emas, balki zamonaviy va hayotiy soha sifatida namoyon bo'ladi.

**3. Xorijiy tajribalarni o'rganish va milliy ta'lim tizimiga moslashtirish.** - Dunyoning ko'plab rivojlangan davlatlarida ekologiya ta'limi bolalar bog'chasidan boshlab oliy ta'limgacha uzluksiz tarzda yo'lga qo'yilgan. O'zbekiston uchun esa xorijiy ilg'or tajribalarni o'rganib, ta'lim tizimiga moslashtirish zarur. Bu yondashuv bizda ekologik ong va madaniyatni yanada samarali shakllantirishga xizmat qiladi. Buning natijasida talabalar xalqaro darajadagi bilim va ko'nikmalarga ega bo'ladilar, jamiyatda ekologik ong va mas'uliyat yanada kuchayadi.

Har bir insonning ekologik mas'uliyatini oshirish, uni amaliy hayotda qo'llashga yo'naltirish muhim vazifadir. Shu sababli, ekologik ta'limni har tomonlama rivojlantirish va jamiyatning har bir qatlamiga singdirish zarurdir [10].

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Ekologik ta’limni rivojlantirish konsepsiyasi to‘g‘risida” gi 2019 yil 27 may 434-sonli qaror.
2. Mirziyoyev Sh.M. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2030 yilgacha bo‘lgan davrda aholining ekologik madaniyatini yuksaltirish Konsepsiyasi” 2025 yil 15 maydagi PQ-184-son Qarori.
3. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Taraqqiyot Dasturi. (2021). Yoshlar va barqaror rivojlanish maqsadlari: muammolar va imkoniyatlar. <https://www.undp.org/youth-and-sustainable-development-goals-challenges-and-opportunities>.
4. Atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi. (2022). Yoshlar va atrof-muhit: ekologik xabardorlikni va harakatni rivojlantirish. <https://www.epa.gov/youth-and-environment>
5. <https://yuz.uz/uz/news>
6. Mamajonov Sh.A. “Oliy ta’limda ekologik tarbiya mexanizmlarini rivojlantirish texnologiyalari” Avtoreferat, Farg‘ona. 2023 y.
7. O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirining “Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi sohasida kadrlar tayyorlashni amaliyot bilan muvofiqlashtirish to‘g‘risida” 2024-yil 29 oktabrdagi 407-son buyrug‘i.
8. Дадабаева Н.Н. Содержание экологического образования будущих учителей общественно – гуманитарных специальностей. – Автореферат. 2009
9. Atasoy E., Sedanur A. Dünyada ve türkiye'de çevre eğitiminin tarihsel gelişimi. - Global Challenges for Global Science III. Bursa, Turkiya, 2023.
10. To‘raqulova V.X. “Ta’limda ekologik madaniyatni shakllantirish va takomillashtirish” The Multidisciplinary Journal of Science and Technology 2023

# **QarDU XABARLARI**

**Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal**

**Qarshi davlat universiteti kichik bosmaxonasida chop etildi.**

*Manzil: 180003, Qarshi shahri, Ko'chabog' ko'chasi, 17.*

**Indeks: 4071**

Terishga 2025-yil 25.09.da berildi.

Bosishga 2025-yil 27.09. da ruxsat etildi.

2025-yil 29.09.da bosildi.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi 60x84, 1/8.

Times New Roman garnituras. Nashriyot hisob tabog'i 24,25.

Buyurtma raqami: № 15.

Adadi 100 nusxa. Erkin narxda.