O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
MINTAQAVIY BO‘LIMI
XORAZM MA’MUN AKADEMIYASI

XORAZM MA’MUN AKADEMIYASI AXBOROTNOMASI

Axborotnoma OAK Rayosatining 2016-yil 29-dekabrdagi 223/4-son qarori bilan biologiya, qishloq xo‘jaligi, tarix, iqtisodiyot, filologiya va arxitektura fanlari va 2026-yil 10-apreldagi №384- son qarori bilan kimyo fanlari bo‘yicha doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan

2026-9/1
Xorazm Ma’mun akademiyasi axborotnomasi
2006 yildan boshlab chop qilinadi

Xiva-2026

Bosh muharrir:
Abdullayev Ikram Iskandarovich, b.f.d., prof.
Bosh muharrir o‘rinbosari:
Hasanov Shodlik Bekpo‘latovich, k.f.n., k.i.x.

Tahrir hay‘ati:

Abdullayev Ikram Iskandarovich, b.f.d., prof.	*Najmeddinov Axmad Raxmatovich, PhD, dots.*
Abdullayeva Muborak Maxmusovna, b.f.d., prof.	*Norbayeva Shukurjon Xayitbayevna, f.f.f.d., dots.*
Abduhalimov Bahrom Abduraximovich, t.f.d., prof.	*Normuratov Oybek Ulug‘berdiyevich, q.-x.f.d., dots.*
Agzamova Gulchexra Azizovna, t.f.d., prof.	*Omonov Mamatqobil Ismoilovich, b.f.d., dots.*
Aimbetov Nagmet Kalliyevich, i.f.d., akad.	*Pazilov Abduvayeit, b.f.d., prof.*
Ametov Yakub Idrisovich, b.f.d., prof.	*Razzaqova Surayyo Razzoqovna, k.f.f.d., dots.*
Bahodirova Feruza Bahodir qizi, PhD, dots,	*Ramatov Bakmat Zaripovich, q/x.f.n., dots.*
Bobojonova Sayyora Xushnudovna, b.f.n., dots.	*Raximov Raxim Atajanovich, t.f.d., prof.*
Bekchanov Davron Jumanazarovich, k.f.d.	*Raximov Matnazar Shomurotovich, b.f.d., prof.*
Buriyev Xasan Chutbayevich, b.f.d., prof.	*Raximova Go‘zal Yuldashovna, f.f.f.d., dots.*
Gandjayeva Lola Atanazarovna, b.f.d., k.i.x.	*Ro‘zmetov Baxtiyar, i.f.d., prof.*
Davletov Sanjar Rajabovich, tar.f.d.	*Ro‘zmetov Dilshod Ro‘zimboyevich, g.f.n., k.i.x.*
Durdiyeva Gavhar Salayevna, arx.f.d.	*Ruzmetov Davron Ibrogimovich, PhD, dots.*
Ibragimov Baxtiyor To‘laganovich, k.f.d., akad.	*Salayev San’atbek Komilovich, i.f.d., prof.*
Izzatullayev Zuvayd, b.f.d., prof.	*Saparbayeva Gulandam Masharipovna, f.f.f.d.*
Ismailov Is‘haqjon Otabayevich, f.f.d., prof.	*Saparov Kalandar Abdullayevich, b.f.d., prof.*
Jumaniyozov Otaboy, f.f.d., prof.	*Safarov Alisher Karimdjanovich, b.f.d., dots.*
Jumaniyozov Zoxid Otaboyevich, f.f.n., dots.	*Sirojov Oybek Ochilovich, s.f.d., prof.*
Jumanov Murat Arepbayevich, b.f.d., prof.	*Sobitov O‘lmasboy Tojaxmedovich, b.f.f.d., k.i.x.*
Kadirova Shaxnoza Abduxalilovna, k.f.d., prof.	*Sotipov Goyipnazar, q/x.f.d., prof.*
Kushmanov Jasur Baxodirovich, f.f.f.d., dots.	*Tojibayev Komiljon Sharobitdinovich, b.f.d., akad.*
Qalandarov Nazimxon Nazirovich, b.f.f.d., k.i.x.	*Xolliyev Askar Ergashevich, b.f.d., prof.*
Karabayev Ikramjan Turayevich, q/x.f.d., prof.	*Xolmatov Baxtiyor Rustamovich, b.f.d.*
Karimov Ulug‘bek Temirbayevich, DSc	*Cho‘ponov Otanazar Otojonovich, f.f.d., dots.*
Karimov Ravshanbek Allayarovich, q.-x.f.f.d., k.i.x.	*Shakarboyev Erkin Berdikulovich, b.f.d., prof.*
Kurbanbayev Ilhom Jumanazarovich, b.f.d., prof.	*Ermatova Jamila Ismailovna, f.f.n., dots.*
Kurbanova Saida Bekchanovna, f.f.n., dots.	*Eshchanov Ruzumboy Abdullayevich, b.f.d., prof.*
Qutliyev Uchqun Otoboyevich, f-m.f.d., prof.	*O‘razboyev G‘ayrat O‘razaliyevich, f-m.f.d.*
Lamers Jon, q/x.f.d., prof.	*O‘rozboyev Abdulla Durdiyevich, f.f.d.*
Maykl S. Enjel, b.f.d., prof.	*Hajiyeva Maqsuda Sultonovna, fal.f.d.*
Mirzayev Sirojiddin Zayniyevich, f-m.f.d., prof.	*Hasanov Shodlik Bekpo‘latovich, k.f.n., k.i.x.*
Matniyozova Hilola Xudoyberganovna, b.f.d., prof.	*Xudayberganova Durdona Sidiqovna, f.f.d.*
Masharipova Feruza Jumanazarovna, f.f.f.d.	*Yuldashev Xamza Kamalovich, PhD*
Mirzayeva Gulnara Saidarifovna, b.f.d.	*Zaripova Ranojon Zaripovna, PhD, dots.*

Xorazm Ma’mun akademiyasi axborotnomasi: ilmiy jurnal – №9/1 (142), Xorazm Ma’mun akademiyasi, 2026-y. – 335 b. –Bosma nashrning elektron varianti – https://www.mamun.uz/bulletin

ISSN 2091-573X
Muassis: O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi mintaqaviy bo‘limi – Xorazm Ma’mun akademiyasi

© Xorazm Ma’mun akademiyasi noshirlik bo‘limi, 2026

MUNDARIJA

BIOLOGIYA FANLARI

Abdukarimova Sh.H. Xorazm viloyatining iqlim sharoitida uzum (Vitis vinifera L.) yetishtirishga ta’sir ko‘rsatuvchi biotik omillar: uzumzor entomofaunasi misolida 6

Abdullaev S.A., Ubaydullaeva X.A., Abdullaev A.N., Eshmurzaev J.B., Babadjanova F.I., Yusupov H.N., Buriev Z.T. Gibberellin (GA_3) kislotasining tok morfologiyasi va embrional rivojlanishiga ta’siri 9

Abdullayev O‘.R. Xorazm viloyati haqiqiy arilarining (Vespidae) zoogeografik viloyatlarda tarqalishi va tahlili 14

Aliyev D.D., Turopova N.Z. Qonning morfologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlari bilan aminokislotalarning o‘zaro bog‘liqlik dinamikasi 17

Azimova I. Alternaria alternata aeroallergeni: aerobiologik dinamikasi, allergen tarkibi va nafas yo‘llari epiteliysi bilan o‘zaro ta’siri 21

Azimova N.Sh., Khalilov I.M., Turayeva B.I., Xaytbayeva N.S. G‘o‘zadan ajratilgan Fusarium va Alternaria izolyatlarining fitotoksik faolligini baholash 27

Begmatov A.M., Ro’ziyeva S.A. Stevia rebaudiana Bertoni o‘simligining bioekologik xususiyatlari 33

Eshnazarov K., Donayeva O.R. Surxondaryo viloyati g’allazorlarida uchraydigan so’ruvchi qandalalar va ularning zarari 37

Ilyasov A.S., Djumanova N.E., Toshmamatov B.N. Metabolic syndrome and morpho-physiological changes in the liver of rats under various stress conditions, and the role of phytocorrection and physical exercise in their prevention 40

Iskandarova N.E., Xurramov A.Sh. Distribution and morphological analysis of nematodes in pumpkin agrobiocenoses in the surkhandarya region 44

Hojibobyeva S.H., Muxamedov R.S., Islomov A.X. O‘zbekistonning turli hududlaridan yig‘ilgan Rubia tinctorum L. populyatsiyalarining morfofiziologik va biokimyoviy xususiyatlari 48

Jo‘rayeva D.R., Pirmatova J.B. Fungal apple diseases in Uzbekistan: distribution, current management practices, and sustainability challenges 51

Kushakov Sh.O., Normamatov I.S., Makamov A.X., Xusenov N.N., Norbekov J.K., Boyqobilov U.A., Mamanazarov Sh.I., Xolmurodova M.M., Muhammadaliyev R.I., Maxmarajabov E.J. Laboratoriya sharoitida turli xil NaCl konsentratsiyalari ta’sirida mahalliy g‘o‘za navlarini fenotipik baholash 61

Mamadiyarova D.U., Azimova S.B. O'zbek популяциясида SOD2 (RS4880), CAT (RS1001179), GPX4(RS713041) genlarning polimorf variantlarining allel chastotalari va genotip taqsimoti 66

Mamasoliyev S.T., Jaloldinov M.N. Namangan viloyati atmosfera havosida PM10 konsentratsiyasining 2025–2026 yillar qish mavsumidagi o’zgarish dinamikasi 70

Mamatqulova G.F., Rahimova N.M., Ernazarova D.K., Kushanov F.N. Malina (Rubus idaeus) seleksiyasida zamonaviy molekulyar markerlarning ahamiyati 75

Mutalova M.K. Kannabis (Cannabis sativa L.) o‘simligining gul tuzilishi va chang donachalari morfologiyasi 79

Norboyeva U.T., Rahimova G.Yo. Cheklangan namlik sharoitida kungaboqar navlari barglarida pigmentlar miqdori 83

Normamatov I.S., Makamov A.X., Xusenov N.N., Norbekov J.K., Boyqobilov U.A., Mamanazarov Sh.I., Xolmurodova M.M., Muhammadaliyev R.I., Maxmarajabov E.J. Laboratoriya sharoitida turfa xil NaCl konsentratsiyalari ta’sirida mahalliy g‘o‘za navlarini unuvchanlik dinamikasi 87

Norqobilova Z.B., Normamatova J.L. Qashqdaryo viloyati Mirishkor tumani hududida tarqalgan odonata turkumi vakillarining tur tarkibi 91

O’razova F.U., Axmedova Z.Yu. O‘zbekistonda Gelechiidae oilasi kuyalarining o‘rganilganlik darajasi va tarqalishi 93

Quronbayeva D.D., Saitova N.S. Shaxs identifikatsiyasida mitoxondrial va yadroviy DNKning qiyosiy tahlili 97

Raxmanov B.K., Buriev Z.T., Shermatov Sh.E., Ubaydullayeva X.A., Abdurahmonov I.Y. A. annua cADS genining geterologik overekspressiyasi orqali ilk bor artemizinin sintezlovchi g‘o‘za (Gossypium hirsutum L.) genotiplarini olish 101

Raxmonov A.X., Tungushova D.A., Myachina O.V., Djabborov Sh.R. Bentonit bilan modifikatsiyalangan o‘g‘itlar tuproqning agrokimyoviy xossalariga, g‘o‘zaning o‘sib-rivojlanishi va hosildorlik dinamikasiga ta’siri 107
Saydaliyeva Z.R. A-51, A-52 va A-54 polifenol birikmalarining aorta silliq muskuliga vazorelaksant hamda antigipertenziv ta’sirining tavsifi 110
Sherbekova N.A., Kadirova Z.A., Karimov H.X. Metan va metanol o‘zlashtiruvchi mikroorganizmlar dunyosi: ekologik muvozanatdan yashil biotexnologiyagacha 113
Sohibnazarova Kh.A., Abdunabiev A.M., Umarova Sh.M., Abduvohidova Y.O., Urmonalieva Sh.U., Safarov A.K., To’rayeva S.A. Antimicrobial activity of antimicrobial proteins against gynecological pathogens 118
Suyunova G.A., Davronov Q.D., Turayeva B.I. O‘zbekistonning Xo‘jaikon va Xo‘jaipok ekstremal ko‘llarining gidrokimyoviy xususiyatlari asosida mikrobiom tarkibini tahlil qilish va biotexnologik salohiyatini baholash 121
Tuxtayeva X.T., Mavlonova D.J., Po`lotova S.M., Bahronova M.B., Isoqova U. Markaziy qizilqumda oqim to‘planishi va vaqtincha o‘zanlarning hududiy-gidrogeomorfologik tahlili 125
Uluqmurodova O.S., Raximov M.Sh., Omonov Sh.N. Zarafshon milliy tabiat bog‘ida tarqalgan odimchi kapalaklarning (Geometridae) taksonomik tahlili 132
Umurzakova N.M. Determination of the stages of ontogenesis of Nigella sativa L. in highly saline soil conditions 138
Usmanova N.M., Xamrayeva D.T., Aripov T.F., Gayibov U.G., Gayibova S.N., Abduazimova D.Sh., Nasyrova G.B. Abelmoschus manihot (L). medik o‘simligiga in-vitro sharoitida gormonsiz ozuqa muhitining ta’sirini o‘rganish 143
Utaganov M.U., Zakiryayeva S.I., Xolmatov B.R., Mirzayeva G.S. *Anacanthotermes turkestanicus* termiti ichagidan bakterial izolatlarni ajratish va ularning sellyulolitik faolligini baholash 147
Xo’sinova J.G. G‘o‘za agrotsenozlari tuproqlarida kollembolalarning dominant turlari va populyatsion dinamikasi 153
Xolbutayeva M.M. *Phlomoides anisochila* va *Phlomoides sogdiana* urug‘larining unuvchanligi va ontogenezining boshlang‘ich bosqichlari 156
Xolova M.D., Ernazarova D.Q., Xidirov M.T., Iskandarov A.A., Erjigitov D.Sh., Arslanova S.K., Muhammadiyev O.A., Arabova M.N., Kushanov F.N. Gossypium herbaceum va G. anomalum turlari hamda ularning duragaylarida meyoz jarayonining sitogenetik tahlili 159
Xusanov A., Yaxyoyev A., Xakimova M., Matyoqubova R. Pontastacus sp. (Crustacea: Decapoda) turining morfometrik xususiyatlari va tana belgilarining o‘zaro bog‘liqligi 162
Yarmuhammedov J.M., Shuhratov Sh.R. Bioecological features, natural resources of prospective medicinal plants in the conditions of the Bukhara region and opportunities for their rational use 168
Абдураззоқова Ш.У., Паттаева М.А., Самадий С.А., Расулов Б.А. Bacillus mycoides BM2024 штаммининг Phaseolus lunatus ва Phaseolus vulgaris ловия навларини ривожланиши ҳамда фузариоз қўзғатувчиларига қарши антагонистик фаоллиги 172
Ганижонов П.Х., Ишбоева Ф. Морфофункциональные изменения желудка и печени при воздействии стрессоров у морских свинок 175
Дауылбаева К.К., Танирбергенова А.Б. Энтомофауна пустынных экосистем (Северо-западный Кызылкум) Южного Приаралья 177
Джумаева З.Ф. Адаптационный потенциал и интродукционная успешность видов рода Onobrychis Mill. в условиях Мирзачуля 185
Жураева Р.Н., Эргашев Р.Б., Матирзаева М.М. Тўпламда Bacillus thuringiensis бактерияларининг сақлаш жараёнида ўзгарувчанлиги ва барқарорлиги 189
Жўраева Ҳ.К., Мустафина Ф.У. Ungernia victoris ва Ungernia sewerzowii (Amaryllidaceae J.St.-Hil.) турларининг табиий ўсимликлари, in vitro шароитида регенерация қилинган тўқималари ҳамда каллус культураларининг антиоксидант салоҳиятини қиёсий баҳолаш 194
Илясов А.С., ДЖуманова Н.Э., Тошматов Б.Н. Турли стресс ва гиподинамия билан чақирилган метаболик синдром шароитида каламушлар жигаридаги реактив 198

ўзгаришлар, уларни қора седана мойи билан фитокоррекция қилиш ҳамда жисмоний юкламадан кейинги морфофункционал ўзгаришлар
Исмоилов Р.С. Сирдарё вилояти ҳудудида тарқалган Lactuca serriola L. табиий ресурсларининг замонавий ҳолати 204
Камбурова В.С., Рахматова Н.Р., Салахутдинов И.Б., Ражапов Ф.С., Мирзабаев Д.А., Тожибоева Д.И., Назарова Е.Ф. Ғўза ўсиши ва ривожланишига биостимуляторлар таъсирини баҳолаш: интеграл ёндашув 208
Камбурова В.С., Рахматова Н.Р., Салахутдинов И.Б., Ражапов Ф.С., Тожибоева Д.И., Мирзабаев Д.А., Назарова Е.Ф. Модел шўр стресс шароитида биостимуляторларнинг ген экспрессия даражаларига таъсирини ўрганиш 223
Кдырбаева Н.Б., Матчанов А.Т., Есимбетов А.Т.Спортчиларида ўтирган ҳолда қўлларни оёқ учига тегизиш ("sit & reach") тестида эгилувчанлик сифати таҳлили 234
Муминов А.А., Закирова Р.П., Маманазарова К.С., Курбанова Э.Р., Юлдашева Н.К. Андижон вилоятида соя ўсимлигининг ўсиши ва ривожланишига H. halodendron Pall. дан ажратиб олинган липид компонентларининг таъсири 239
Мустафаева З.А., Намозов С.М., Собиров Б.Ж., Атамуратова М.Ш. Весенний фитопланктон и ихтиофауна отдельных водоёмов Бухарской и Навоийской областей 242
Набиев У.А. Экологические характеристики и гидрохимия канала Бозсув-анхор-Ак-Тепа в городе Ташкент 249
Норова Д.Х., Ибодова М.Н., Намозов С.М. Эколого-биологические и ростовые особенности маринки из родниковой системы Нурата «Чашма» 255
Саитжанова У.Ш., Шарипова В.К., Киличев Ш.Ш., Турдиев Д.Э., Бозорова Д.У. Морфологическая изменчивость Strigosella grandiflora (Bunge) Botsch. в ценопопуляциях Центрального Кызылкума 261
Салахутдинова М.К., Хашимова З.С., Кахорова К.А., Салихов Ш.И. Лекарственные препараты и нутрицевтики с гепатопротекторной активностью: сравнительный обзор 264
Ташпулатова М.К. Сравнительная картина чувствительности штаммов E.Coli и Salmonella, выделенных от больных с острыми кишечными инфекциями и бройлерных кур в Республике Узбекистан 272
Туракулова Д.Э., Кадырова Г.Х., Шонахунов Т.Э. Влияние шестивалентного хрома на культуральные и ферментативные свойства бактерий рода Bacillus 277
Умурзакова Г.Ф., Норимова Г.К., Умурзакова З.И. Видовой состав микромицетов, встречающихся на представителях семейства Polygonaceae Juss. в Зарафшанском Национальном Природном Парке 283

KIMYO FANLARI

Atabayev F.B., Begjanova G.B., Tursunova G.R., Yaqubjonova Z.B. Mahalliy xom ashyo asosidagi gibrid mineral qo'shimchali portlandtsementning fizik-kimyoviy xususiyatlari 285
Dexkanova N.N., Nurullayeva Z.A. Tabiiy mineral asosida amaliy foydalanish uchun istiqbolli bo'lgan fojazit seolitining sintetik analogi- NaX sintezi 289
Kudiyarova A.D., Ashurov J.M., Ospanova Z.S. Misning siprofloksatsin bilan hosil qilgan kompleks birikmasining rentgen strukturaviy tahlili 294
Mardonova G.V. Structure–rheology–technology relationship in polymer composite materials: a comparative analysis of contemporary research 297
Masharipov Sh.O., Matchanov A.D. *Cistanche salsa* o'simligining kimyoviy tarkibi va biologik faolligi 300
Matmuratova Z.I., Karajanova Sh.D., Torambetov B.S. Co(II), Ni(II), Zn(II) va Cu(II)larni 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol va 1.10-fenantrolin bilan aralash ligandli kompleks birikmalari sintezi va tadqiqoti 309
Otaxanova Z.A., Sattarova D.M. Deatsetillash jarayoni davomiyligining xitozan molekulyar massasiga ta'sirini viskozimetrik usulda o'rganish 316
Soliyeva M.U., Rajapova S.K., Abdullayeva Z.Sh. Kimyoviy kanserogenez: onkologik kasalliklarning kelib chiqishidagi molekulyar mexanizmlar va atrof-muhit omillarining ta'siri 324
Xolmirzaev F.F., Eshkobilova M.E., Murodova Z.B., Abduraxmanov E. Gaz-bo'g' aralashmalari tarkibidan asetonni aniqlovchi yarimo'tkazgichli analizator YAO'A-AS 330

UO'K: 595.7:634.8:574.4

XORAZM VILOYATINING IQLIM SHAROITIDA UZUM (*VITIS VINIFERA* L.) YETISHTIRISHGA TA'SIR KO'RSATUVCHI BIOTIK OMILLAR: UZUMZOR ENTOMOFAUNASI MISOLIDA

Sh.H.Abdukarimova, katta o'qituvchi, Xiva Abu Ali ibn Sino nomidagi jamoat salomatligi texnikumi, Xiva

Annotatsiya. *Maqolada Xorazm viloyatining iqlim sharoitida uzum (Vitis vinifera L.) yetishtirishga ta'sir etuvchi biotik omillar uzumzor entomofaunasi misolida tahlil qilindi. Uzumzor agrotsenozida fitofag hasharotlar, entomofaglar va parazitoidlarning trofik aloqalari, ularning issiq-quruq iqlim hamda sug'orish sharoitiga moslashuvi yoritildi.*

Kalit so'zlar: *Vitis vinifera, uzumzor, entomofauna, fitofag, entomofag, parazitoid, Lobesia botrana, Eupoecilia ambiguella, arid iqlim, biologik himoya, integratsiyalashgan zararkunandalar nazorati.*

Аннотация*. В статье проанализированы биотические факторы, влияющие на возделывание винограда (Vitis vinifera L.) в климатических условиях Хорезмской области, на примере энтомофауны виноградников. Рассмотрены трофические связи фитофагов, энтомофагов и паразитоидов в агроценозе виноградника, а также их адаптация к жаркому засушливому климату и условиям орошения.*

Ключевые слова: *Vitis vinifera, виноградник, энтомофауна, фитофаг, энтомофаг, паразитоид, Lobesia botrana, Eupoecilia ambiguella, аридный климат, биологическая защита, интегрированная защита растений.*

Abstract*.The article analyzes biotic factors affecting the cultivation of grapevine (Vitis vinifera L.) under the climatic conditions of the Khorezm region, using vineyard entomofauna as an example. The trophic relationships among phytophagous insects, entomophages, and parasitoids in the vineyard agrocenosis, as well as their adaptation to hot and dry climatic conditions and irrigation practices, are discussed.*

Key words: *Vitis vinifera, vineyard, entomofauna, phytophage, entomophage, parasitoid, Lobesia botrana, Eupoecilia ambiguella, arid climate, biological control, integrated pest management.*

Kirish. Uzum — *Vitis vinifera* L. — dunyo miqyosida oziq-ovqat, vinochilik, quritilgan mahsulotlar va qayta ishlash sanoati uchun muhim bo'lgan ko'p yillik mevali ekinlardan biridir. Uzumchilikning barqaror rivojlanishi navning biologik xususiyatlari, tuproq-iqlim sharoiti, sug'orish rejimi, agrotexnik tadbirlar hamda biotik omillarning o'zaro ta'siriga bog'liq. Biotik omillar tarkibida fitofag hasharotlar, yirtqich va parazitoid entomofaglar, saprofaglar, changlatuvchilar hamda boshqa bo'g'imoyoqlilar muhim o'rin egallaydi. [1].

Uzumzorlar murakkab trofik tizim bo'lib, unda fitofaglar oziqa resursidan foydalanadi, entomofaglar esa fitofaglar sonini tabiiy cheklab turadi. [2].

Xorazm viloyati sharoitida uzumzor entomofaunasini tizimli o'rganish fitofag turlarni o'z vaqtida aniqlash, foydali entomofaglarni saqlash hamda kimyoviy vositalardan oqilona foydalanishga asoslangan integratsiyalashgan himoya tizimini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot tahliliy-umumlashtiruvchi usulda olib borildi. Unda uzumzor entomofaunasi, asosiy zararkunandalar, tabiiy kushandalar hamda uzum kuyalarining bioekologiyasiga oid ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi [2–4].

Xorazm viloyatining quruq kontinental iqlimi, sug'oriladigan maydonlardagi mikroiqlim, uzumzorning agrotexnik holati, qator oralari, tokzor qalinligi va uzum navlari biotik omillarga ta'sir etuvchi asosiy ekologik ko'rsatkichlar sifatida baholandi [1].

Tahlilda fitofaglar, yirtqich entomofaglar, parazitoidlar hamda saprofag hasharotlarning trofik munosabatlari, bioekologik xususiyatlari va populyatsion dinamikasiga iqlim omillarining ta'siri

qiyosiy o‘rganildi. Shuningdek, uzumzorlarni himoya qilishda feromonli monitoring, agrotexnik hamda biologik usullarning samaradorligi tahlil qilindi [5–6].

Natijalar. Uzumzorning sug‘orilishi, barg qoplami, qator oralari holati va tok butalarining shakllantirilishi havo harorati hamda nisbiy namlikka ta’sir qiladi. Zich joylashgan, barg qoplami kuchli rivojlangan tokzorlarda namlik nisbatan yuqori saqlanadi. Aksincha, siyrak va yaxshi shamollatiladigan tokzorlarda harorat yuqori, namlik esa past bo‘ladi. Bu holat fitofag hasharotlarning tuxum qo‘yishi, lichinkalarning yashovchanligi va oziqlanishiga bevosita ta’sir etadi.

Uzumzor entomofaunasining asosiy ekologik guruhlari. Uzumzor agrotsenozida yashovchi hasharotlarni oziqlanish xususiyati va ekologik vazifasiga ko‘ra fitofaglar, yirtqich entomofaglar, parazitoidlar va saprofag guruhlarga ajratish mumkin.

1-jadval.

Uzumzor entomofaunasining asosiy ekologik guruhlari

Ekologik guruh	Asosiy vakillar	Uzum yetishtirishdagi ahamiyati
Fitofaglar	*Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*, Cicadellidae vakillari, Coccoidea vakillari, Thysanoptera vakillari	Barg, to‘pgul, g‘ujum va yosh novdalarni zararlab, hosil hamda sifatni pasaytiradi
Yirtqich entomofaglar	Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae lichinkalari, Anthocoridae	Shiralar, tripslar, mayda lichinkalar va boshqa yumshoq tanali fitofaglarni yo‘q qiladi
Parazitoidlar	*Trichogramma* spp., Braconidae, Ichneumonidae, Chalcidoidea vakillari	Tuxum, lichinka yoki g‘umbak bosqichidagi fitofaglar sonini kamaytiradi
Saprofag va neytral turlar	Diptera va Coleoptera ayrim vakillari	Organik qoldiqlarning parchalanishida, tuproq biotsenozining barqarorlashuvida qatnashadi

Fitofaglar orasida uzum kuyasi — *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) uzumning to‘pgullari va g‘ujumlariga zarar yetkazuvchi muhim tur hisoblanadi. Uning lichinkalari g‘ujum ichiga kirib oziqlanadi, natijada mevalar shikastlanadi va ikkilamchi zamburug‘li kasalliklar, xususan kulrang chirish rivojlanishi uchun qulay sharoit yuzaga keladi [5].

*Lobesia botrana*ning bioekologik muvaffaqiyati uning ko‘p avlodli bo‘lishi, oziqa o‘simliklariga moslashuvchanligi va harorat sharoitiga sezgirligi bilan bog‘liq. Ushbu tur issiqroq va nisbatan quruq muhitlarda faolroq rivojlanishga moyil bo‘lishi qayd etilgan. Shu sababli Xorazmning issiq va quruq yoz sharoitida mazkur turning fenologik monitoringiga alohida e’tibor qaratish lozim [3].

Uzum g‘ujum kuyasi — *Eupoecilia ambiguella* (Hübner) ham uzumchilikda iqtisodiy ahamiyatga ega fitofaglardan biridir. Ushbu tur nisbatan salqinroq va namroq sharoitlarga moyil bo‘lib, barg qoplami qalin, shamollanishi sust hamda sug‘orish natijasida namligi oshgan uzumzorlarda uchrash ehtimoli yuqoriroq bo‘lishi mumkin [3]. Shuning uchun Xorazm sharoitida bu turning populyatsiyasi umumiy hududiy iqlimdan tashqari, tokzorning mikroiqlimiga bog‘liq holda baholanishi kerak.

Uzumzor entomofaunasida barg so‘ruvchi zararkunandalar, jumladan saratonlar, shiralar, tripslar hamda qalqondorlar ham muhim o‘rin tutadi. Ular barg plastinkasidan o‘simlik shirasi bilan oziqlanib, fotosintez faolligini pasaytiradi, novdalarning o‘sishini susaytiradi va ayrim hollarda o‘simlik kasalliklari qo‘zg‘atuvchilarini tarqatishda ishtirok etishi mumkin.

Uzum navining fitofaglar soniga ta’siri. Uzum navining biologik va morfologik xususiyatlari fitofag hasharotlar bilan zararlanish darajasiga sezilarli ta’sir qiladi. G‘ujumning zichligi, po‘stining qalinligi, g‘ujumdagi namlik, shakar miqdori, to‘pgulning tuzilishi va vegetatsiya muddati ayrim fitofaglar uchun oziqaviy hamda mikroiqlimiy sharoit yaratadi.

Tadqiqotlarda *Lobesia botrana* va *Eupoecilia ambiguella* populyatsiyalarining zichligi uzum naviga bog‘liq holda farq qilishi aniqlangan. Navlar o‘rtasidagi bunday tafovut g‘ujum tuzilishi, gullash muddati, rezavorlarning pishish vaqti hamda kimyoviy tarkibidagi farqlar bilan izohlanadi [4].

Entomofaglar va biologik muvozanat. Uzumzor agrotsenozida yirtqich va parazitoid hasharotlar fitofaglar sonini tabiiy cheklab turuvchi muhim biologik omildir. Coccinellidae oilasi vakillari shiralar, qalqondorlarning ayrim rivojlanish bosqichlari va boshqa yumshoq tanali

hasharotlar bilan oziqlanadi. Chrysopidae oilasiga mansub oltinko‘zlar lichinkalari esa shiralar, tripslar, oqkanotlar va mayda lichinkalarning faol yirtqichi hisoblanadi.

Syrphidae oilasiga mansub pashshalar lichinkalari ham shira koloniyalarini cheklashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ularning voyaga yetgan shakllari gul nektari va changi bilan oziqlangani sababli uzumzor atrofida nektar beruvchi o‘simliklarning saqlanishi foydali hasharotlar sonini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

Parazitoidlar orasida *Trichogramma* urug‘i vakillari tuxum parazitoidi sifatida muhim bo‘lib, kapalaklar tuxumlarini zararlaydi. Braconidae, Ichneumonidae va Chalcidoidea guruhlarining ayrim vakillari esa fitofag lichinkalari hamda g‘umbaklari hisobiga rivojlanadi. [2].

Iqlim sharoitining uzum kuyalariga ta’siri. Iqlim omillari uzum kuyalarining uchish muddati, tuxum qo‘yishi, lichinkalarning rivojlanishi va avlodlar soniga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Harorat ko‘plab hasharotlarda fenologik jarayonlarni belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.[2].

Lobesia botrana quruqroq va issiqroq sharoitlarda faolroq bo‘lishi mumkin. *Eupoecilia ambiguella* esa nisbatan nam va salqin mikroiqlimga moyilligi bilan ajralib turadi. Demak, Xorazmning umumiy arid sharoitida *L. botrana* monitoringiga ustuvor ahamiyat berish, namligi yuqori, qalin bargli hamda sug‘orish ta’siri kuchli uzumzor uchastkalarida esa *E. ambiguella*ning uchrash ehtimolini ham nazorat qilish lozim [3].

Uzumzorlarni integratsiyalashgan himoya qilish yo‘nalishlari. Xorazm viloyati sharoitida uzumzor entomofaunasini boshqarishda integratsiyalashgan zararkunandalar nazorati tizimidan foydalanish maqsadga muvofiq. Ushbu tizim fitofaglarni to‘liq yo‘q qilishga emas, balki ularning sonini iqtisodiy zarar yetkazmaydigan darajada ushlab turishga qaratiladi.

Birinchi navbatda, uzumzorlarning muntazam monitoringi tashkil etilishi lozim. Bunda feromonli tutqichlar yordamida uzum kuyalarining uchish muddatini aniqlash, g‘ujumlar va barglarni vizual kuzatish, zararlangan to‘pgul hamda mevalarni hisobga olish muhimdir.

Ikkinchi yo‘nalish — agrotexnik usullardan foydalanishdir.

Uchinchi yo‘nalish biologik himoya hisoblanadi. Bunda entomofaglarni saqlash, zarur hollarda *Trichogramma* kabi tuxum parazitoidlaridan foydalanish, mikrobiologik preparatlarni qo‘llash va selektiv vositalarni tanlash muhimdir[6].

To‘rtinchi yo‘nalish kimyoviy himoya bo‘lib, u faqat monitoring natijalari zararkunanda sonining ortganini ko‘rsatganda hamda iqtisodiy zarar chegarasi oshganda qo‘llanishi kerak.

Muhokama. Uzumzor entomofaunasi uzum yetishtirish samaradorligiga ikki xil yo‘nalishda ta’sir ko‘rsatadi. Bir tomondan, fitofag hasharotlar barg, to‘pgul, g‘ujum va rezavorlarni zararlab hosildorlik hamda mahsulot sifatini pasaytiradi. Ikkinchi tomondan, yirtqich va parazitoid entomofaglar fitofaglarning tabiiy boshqaruvchisi sifatida agrotsenozning biologik barqarorligini ta’minlaydi.

Xorazm viloyati sharoitida issiq va quruq yoz fasli fitofaglarning ayrim turlari uchun rivojlanish tezligini oshirishi mumkin. Ayniqsa, issiqroq va quruqroq sharoitlarni afzal ko‘ruvchi *Lobesia botrana* uzumzorlarning fitosanitar monitoringida asosiy kuzatuv obyektlaridan biri bo‘lishi lozim. Biroq tur populyatsiyasining aniq zichligi hudud, nav, sug‘orish usuli, tokzorning mikroiqlimi va entomofaglar faolligiga bog‘liq ravishda farq qiladi.

Eupoecilia ambiguella nisbatan namroq va salqinroq joylarga moyil bo‘lsa-da, uning uchrash ehtimolini to‘liq inkor etib bo‘lmaydi. Sug‘orish intensiv olib boriladigan, barg qoplami qalin, shamollanishi sust hamda namligi uzoq vaqt saqlanadigan tokzorlarda ushbu tur uchun lokal qulay sharoit shakllanishi mumkin.

Kimyoviy insektitsidlarning keng qo‘llanishi qisqa muddatda zararkunanda sonini kamaytirishi mumkin, biroq ular foydali entomofaglar sonining ham kamayishiga sabab bo‘ladi. Natijada zararkunandalarning tabiiy dushmanlari kamayib, keyingi davrlarda fitofaglar soni yana ortishi mumkin. Shuning uchun uzumzorlarni himoya qilish tizimida biologik muvozanatni saqlash, feromonli kuzatuvlar o‘tkazish va selektiv vositalardan foydalanish ustuvor yo‘nalish bo‘lishi zarur.

Xulosa.

1. Xorazm viloyatining arid kontinental iqlimi uzumzor entomofaunasining tarkibi va populyatsion dinamikasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Issiq va quruq yoz sharoiti ayrim fitofag turlarning rivojlanishini tezlashtirishi mumkin.

2. Uzumzor agrotsenozida fitofaglar, yirtqich entomofaglar va parazitoidlar o'zaro bog'langan murakkab trofik tizimni hosil qiladi. Fitofaglar orasida uzum kuyasi — *Lobesia botrana* hamda uzum g'ujum kuyasi — *Eupoecilia ambiguella* monitoring uchun muhim turlar hisoblanadi.

3. Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, Braconidae, Ichneumonidae va *Trichogramma* urug'i vakillari uzumzor fitofaglarini biologik cheklashda muhim rol o'ynaydi. Ularni muhofaza qilish uzumzor agrotsenozining tabiiy barqarorligini oshiradi.

4. Xorazm viloyati sharoitida uzumzorlarni himoya qilish feromonli monitoring, agrotexnik tadbirlar, biologik vositalar, entomofaglarni saqlash va faqat zarurat tug'ilganda selektiv insektitsidlardan foydalanishga asoslangan integratsiyalashgan tizim asosida olib borilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Central Asia Climate Information Portal. *Country Climate Risk Portal: Uzbekistan*. Climate summary, temperature and precipitation characteristics. Available at: centralasiaclimateportal.org.

2. Reineke A., Thiéry D. Grapevine insect pests and their natural enemies in the age of global warming. *Journal of Pest Science*. 2016. Vol. 89. P. 313–328. DOI: 10.1007/s10340-016-0767-7.

3. Comșa M., Tomoiagă L.L., Muntean M.-D., Ivan M.M., Orian S.M., Popescu D.M., Chedea V.S. The Effects of Climate Change on the Activity of the *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella* Moths on the Grapevine Cultivars from the Târnave Vineyard. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No. 21. Article 14554. DOI: 10.3390/su142114554.

4. Pavan F., Stefanelli G., Villani A., Cargnus E. Influence of Grapevine Cultivar on the Second Generations of *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella*. *Insects*. 2018. Vol. 9, No. 1. Article 8. DOI: 10.3390/insects9010008.

5. Altimira F., Vitta N., Tapia E. Integrated Pest Management of *Lobesia botrana* with Microorganism in Vineyards: An Alternative for Clean Grapes Production. In: *Biological Control of Pest and Vector Insects*. IntechOpen, 2021. DOI: 10.5772/intechopen.99434.

6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Control of European grapevine moth (*Lobesia botrana*) through mating disruption (sexual disorientation). FAO Green Agriculture Platform, 2024. Available at: fao.org.

UO'K 57. 573.6:60

GIBBERELLIN (GA_3) KISLOTASINING TOK MORFOLOGIYASI VA EMBRIONAL RIVOJLANISHIGA TA'SIRI

S.A.Abdullaev, PhD Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
X.A.Ubaydullaeva, b.f.d, Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
A.N.Abdullaev, kichik ilmiy xodim, Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
J.B.Eshmurzaev, kichik ilmiy xodim, Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
F.I.Babadjanova, PhD, katta ilmiy xodim, Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
H.N.Yusupov, kichik ilmiy xodim, Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
Z.T.Buriev, b.f.d, Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

Аннотация. *Tok (Vitis vinifera) turining urug'sizlik (seedlessness) belgisi eng ko'p o'rganilgan yo'nalishlardan hisoblanadi. Gibberellin kislota (GA_3) meva sifatini oshirishda keng qo'llanilishi hamda. tok mevalarida mevalarida urug'sizlikni ham yuzaga keltirishi ma'lum. Ushbu tadqiqotda GA_3 kislota qo'llanishining urug'siz mevalar hosil bo'lishiga hamda uzum mevasining morfologik belgilariga ta'siri o'rganildi. "Qora Kishmish" navida GA_3 kislota 300 mg/L miqdorda tasir ettirilganda nazoratga nisbatan meva uzunligi 26% ga, meva massasi 36% ga oshdi. Urug'li "Rizamat" navida GA_3 kislota 100 mg/L miqdorda shingil massasi ~10% ga, meva massasi ~7% ga, hamda 300 mg/L variantda maksimal, shingil massasi 45%, meva massasi 25% kamayishni ko'rsatdi. Tok o'simligida 300 mg/L GA_3 kislotani qo'llash urug' rivojlanishini butkul to'xtatib, urug'sizlikni yuzaga keltirdi. "Qora Kishmish", "Rizamat" va "Toyfi" navlarida 100 va 200 mg/L GA_3 miqdorida rudimentlarda embrion hosil bo'lishini to'liq to'xtatdi. GA_3 kislota bilan ishlov berilgan mevalar embrionlari in vitro sharoitda o'sish tezligini 11% ga kamaytirdi. Uning embrionlar unib chiqishiga ta'siri "Toyfi" navida 100–200 mg/L 9.1%–6.2% gacha, "Rizamat" navida 100–200 mg/L miqdorda 4.5%–4.1% gacha kamaydi kuzatildi. Natijalar GA_3 ning yuqori konsentratsiyalari embrionogenezni bostirishi va urug'sizlikni shakllantirishda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar. *Vitis vinifera, Gibberellin kislota, urug'sizlik, embrion, embryo rescue*

Аннотация. *Признак бессемянности у винограда (Vitis vinifera) является одним из наиболее изученных направлений исследований. Известно, что гиббереллловая кислота (GA_3) широко применяется для улучшения качества ягод и способна индуцировать бессемянность винограда. В данном исследовании изучено влияние обработки гиббереллловой кислотой на формирование бессемянных ягод и морфологические признаки плодов винограда. У сорта «Қора Кишмиш» обработка GA_3 в концентрации 300 мг/л привела к увеличению длины ягод на 26% и массы ягод на 36% по сравнению с контролем. У семенного сорта «Ризамат» применение 100 мг/л GA_3 вызвало снижение массы грозди примерно на 10% и массы ягоды на 7%, тогда как вариант с 300 мг/л показал максимальное снижение: масса грозди уменьшилась на 45%, а масса ягоды — на 25%. Применение 300 мг/л GA_3 полностью подавляло развитие семян, что приводило к формированию бессемянности. У сортов «Қора Кишмиш», «Ризамат» и «Тойфи» концентрации GA_3 100 и 200 мг/л полностью останавливали образование зародышей в рудиментарных семенах. Зародыши, полученные из обработанных GA_3 ягод, в условиях in vitro демонстрировали снижение скорости роста на 11%. Также было установлено влияние GA_3 на прорастание зародышей. У сорта «Тойфи» частота прорастания зародышей снижалась до 9,1% и 6,2% при обработке 100 и 200 мг/л GA_3 соответственно. У сорта «Ризамат» данный показатель уменьшался до 4,5% и 4,1% при концентрациях 100 и 200 мг/л соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что высокие концентрации GA_3 подавляют эмбриогенез и играют важную роль в формировании бессемянности.*

Ключевые слова: *Vitis vinifera, гиббереллловая кислота (GA_3), бессемянность, зародыш, спасение зародышей (embryo rescue).*

Abstract. *Seedlessness in grapevine (Vitis vinifera) is one of the most extensively studied traits. Gibberellic acid (GA_3) is widely used to improve fruit quality and is also known to induce seedlessness in grape berries. In this study, the effects of GA_3 application on seedless fruit formation and the morphological characteristics of grape berries were investigated. In the cultivar "Qora Kishmish," treatment with 300 mg/L GA_3 increased berry length by 26% and berry weight by 36% compared with the control. In the seeded cultivar "Rizamat," application of 100 mg/L GA_3 resulted in an approximately 10% reduction in cluster weight and a 7% reduction in berry weight, while the 300 mg/L treatment caused the greatest decrease, reducing cluster weight by 45% and berry weight by 25%. Application of 300 mg/L GA_3 completely inhibited seed development in grapevine, resulting in seedlessness. In the cultivars "Qora Kishmish," "Rizamat," and "Toyfi," GA_3 concentrations of 100 and 200 mg/L completely prevented embryo formation in rudimentary seeds. Embryos obtained from GA_3-treated berries showed an 11% reduction in growth rate under in vitro conditions. The effect of GA_3 on embryo germination was also observed. In the cultivar "Toyfi," embryo germination decreased to 9.1% and 6.2% following treatment with 100 and 200 mg/L GA_3, respectively. In "Rizamat," germination decreased to 4.5% and 4.1% at 100 and 200 mg/L GA_3, respectively. These results indicate that high concentrations of GA_3 suppress embryogenesis and play an important role in the induction of seedlessness.*

Keywords: *Vitis vinifera, gibberellic acid (GA_3), seedlessness, embryo, embryo rescue.*

Kirish. Tokning *Vitis vinifera L*. turiga mansub navlari global miqyosda keng yetishtiriladigan va iqtisodiy ahamiyatga ega ekin bo‘lib, 2023-yilda umumiy ekin maydoni 7 141 570 gektarni va ishlab chiqarish hajmi 67,3 mln tonnani tashkil etgan. Shundan ho‘raki uzum navlari 48% (31,9 mln t), texnik navlar 47,4% (30,8 mln t) va Kishmish mayizbop 6,9% (4,6 mln t) navlarga to‘g‘ri keladi (International Organisation of Vine and Wine) [1-2]. Ho‘raki toklarda urug‘sizlik belgisi seleksiya va iste’mol nuqtai nazaridan yuqori qiymatga ega[2-5]. Vitis vinifera L turida urug‘sizlik ikki mexanizm orqali yuzaga keladi: parthenokarpik (urug‘lanishsiz meva paydo bo‘lishi) va stenospermokarpik (urug‘lanish sodir bo‘lib, embrionning erta nobud bo‘lishi). Gibberellin kislota (GA3) qo‘llanilishi turli mevali ekinlarda urug‘sizlikni induksiya qilishi mumkinligi aniqlangan [6,8].

GA_3 keng fiziologik ta’sirga ega bo‘lib, hujayra kengayishi, o‘sish jarayonlarini tezlashtiradi [8]. Urug‘larning o‘sish suratini tezligi o‘sish regulyatorlari bilan qat’iy nazorat qilinadi. GA_3 bilan

ishlov berish natijasida gormonal nomutanosiblik, hujayra strukturasining buzilishi va oqibatda urug‘lar nobud bo‘lishi aniqlangan [2-5]. Gibberellin kislota tok navlariga turlicha ta’sir etishi aniqlangan. Masalan, tajribalarning birida “Emperatriz” navida meva kattalashishi GA_3 qo‘llash vaqti va konsentratsiyasiga bog‘liq ekanligi kuzatilgan. “Superior Seedless” navida 40 mg/L (gullashdan oldin va keyin) va 80 mg/L GA_3 qo‘llanishi meva shingili hamda meva massasini, mevalar soni va o‘lchamlarini sezilarli oshirgan. “Crimson Seedless” navida 5–10 ppm konsentratsiyalar kompakt shingillar hosil qilgan, biroq yuqori konsentratsiyalar shingil o‘qining deformatsiyasiga olib kelgan [1-7].

Tajribalarda GA_3 chang naychasi o‘sishini cheklashi va urug‘ abortini yuzaga keltirgan. Konsentratsiyaga bog‘liq holda, 50–100 mg/L GA_3 shingil cho‘zilishini kuchaytirgan, biroq urug‘ soniga ta’sir qilmagan, aksincha 100 mg/L konsentratsiyada urug‘ sonining kamayishi va urug‘sizlikning ortishi qayd etilgan. Markaziy Osiyo uzum navlarida GA_3 ta’sirining meva shingili va meva massasi, urug‘ soni va embrion unib chiqishiga ta’siri yetarli darajada o‘rganilmagan. Shu sababli, ushbu tadqiqotda GA_3 qo‘llanishining urug‘li va urug‘siz uzum navlarida morfologik ko‘rsatkichlar, urug‘sizlik induksiyasi hamda embrion unib chiqish darajasiga in vitro sharoitda ta’siri baholandi.

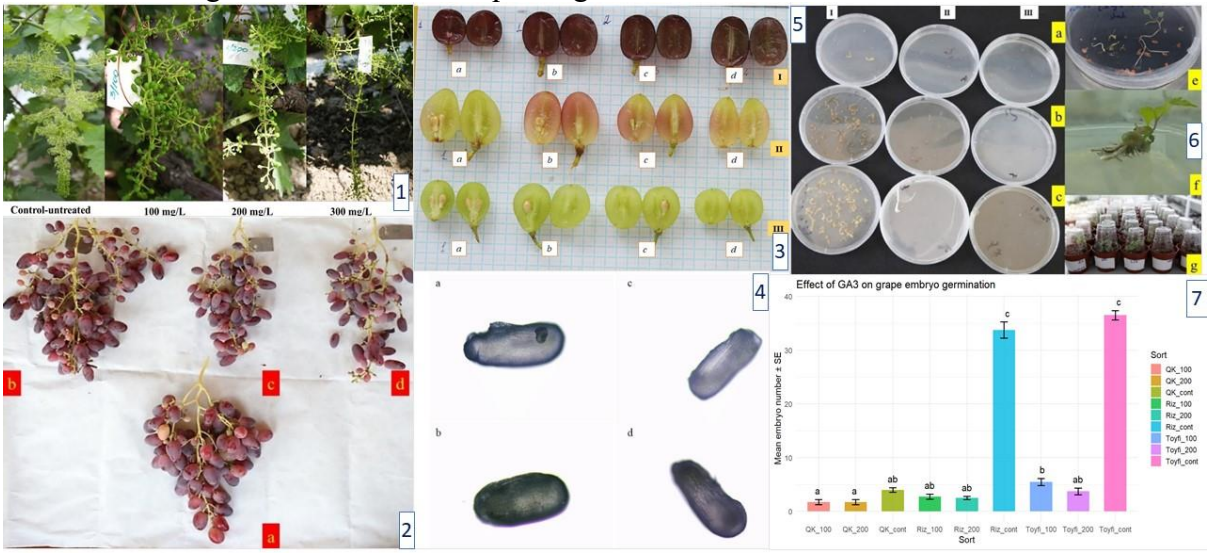
Materiallar va metodlar. O‘simlik materiali. Tok *Vitis vinifera (L.)* navlarida Gibberellin kislota (GA_3) ta’sirini o‘rganish uchun urug‘siz (Qora Kishmish, Oq Dum) va urug‘li (Rizamat, Toyfi) navlar tanlandi. Tajribada 8 yoshli toklar ishlatildi va ular Genomika va bioinformatika markazi uzum kolleksiyasining maxsus urug‘ ko‘paytirish uchastkasida yetishtirilgan. Tajriba davomida NPK (azot, fosfor, kaliy) o‘g‘itlari bu gibberellin ta’sirini aniq baholash uchun qo‘llanilmadi. Qo‘llanilgan gibberellin kislotasi Sigma-Aldrich №G7645, ≥90% GA_3 mansub bo’lib, GA_3 100, 200 va 300 mg/L konsentratsiyalarda qo‘llandi. Eritma tayyorlash uchun GA_3 avval 2 mL 96% etanolda eritildi, so‘ngra asta-sekin 1 L distillangan suv qo‘shildi. Tayyor eritmalar 4°C da saqlandi. Har bir konsentratsiya uch takrorda hamda har bir takror bitta tokdan o‘simligidan iborat. Har bir tokda o‘lchamlari taxminan teng bo‘lgan 6 ta shingil tanlab olindi. Tanlangan shingillar gullashdan 5 kun oldin GA_3 eritmasiga botirildi (Casanova va boshq., 2009).

Statistik tahlil. Statistik tahlil uchun bir omilli dispersiya tahlili (One-way ANOVA) modeli qo‘llandi. Har bir GA_3 konsentratsiyasi uchun 3 takror amalga oshirildi, har bir takror bitta tokdan iborat bo‘ldi va har bir tokda 6 ta shingil tajriba birligi sifatida belgilandi. Natijada har bir konsentratsiya uchun jami 54 ta shingil va 270 ta meva tahlil qilindi. Mevalar changlanishdan keyingi 35, 45 va 61 kunlarda (DAP) yig‘ib olinib, morfologik ko‘rsatkichlar o‘lchandi. Statistik hisob-kitoblar R Studio 2024.12.0+467 dasturida R (*R Core Team, 2021*) yordamida bajarildi.

Natijalar. Tajribada GA_3 ta’sirida shingil uzunligining o‘zgarishi barcha o‘rganilgan navlarda kuzatilganini ko‘rsatdi. “Oq Dum” navi GA_3 kislotasining 300 mg/L va 200 mg/L konsentratsiyalarida shingil uzunligi nazoratga nisbatan sezilarli darajada oshdi (32,4 ± 2,0 sm, 28,8 ± 2,2 sm). GA_3 kislotasining konsentratsiyasi 100 mg/L qo‘llanilganda shingil uzunligi nazoratga nisbatan farq aniqlanmadi (23,7 ± 1,7 sm va 24,5 ± 1,6 sm). “Qora Kishmish” (urug‘siz) va “Toyfi” (urug‘li) navlarida 100, 200 va 300 mg/L GA_3 konsentratsiyalarida shingil uzunligi o‘sishida sezilarli farq qayd etilmadi. “Rizamat” navida esa GA_3 ta’siri yaqqol kuzatilib, nazoratga nisbatan shingil uzunligi 100 mg/L konsentratsiyada 10,6% ga, 300 mg/L da esa 16,3% ga oshdi. “Oq Dum” navida 200 va 300 mg/L GA_3 qo‘llanilishi shingil o‘sishini mos ravishda 18% va 32% ga oshirdi.Umuman olganda, GA_3 konsentratsiyasi oshishi bilan shingil uzunligining stimulyatsiyasi navga bog‘liq differensial javob ko‘rsatdi. Berilgan 1(1)-rasmda gibberellin kislota (GA3) ning uch xil (100, 200 va 300 mg/L^{-1}) konsentratsiyasi qo‘llanilganda “Oq Dum” navida mevalarning rivojlanishi buzilishi va shingilda mevalar zichligining kamayishi aniq ko‘rsatilgan. Nazorat variantida (ishlov berilmagan) shingillar kompakt holatda bo‘lib, mevalar qisqa peditsellarga ega bo‘lib va asosiy markaziy o‘qi skeletining cho‘zilishini chekladi. Gullashdan oldin 100 mg/L^{-1} GA_3 eritmasiga botirish markaziy o‘qi skeleti cho‘zilishini rag‘batlantirdi va shingilning qisman siyraklashishiga olib keldi, yuqori konsentratsiya (300 mg/L^{-1}) esa haddan tashqari markaziy o‘qi skeletining cho‘zilishini chekladi hamda mevalar zichligini keskin kamaytirdi. Shu sababli “Oq Dum” navi keyingi tahlillardan chiqarib tashlandi.

Urug‘li “Rizamat” navida ranglanish bosqichida gullashdan keyingi 45 kunlarda (GKK) kuzatildi. Konsentratsiya 100 va 200 mg/L^{-1} GA_3 qo‘llanilganda ranglanish jarayonining sezilarli tezlashuvi qayd etildi. GA_3 200 va 300 mg/L^{-1} GA_3 konsentratsiyalarida “Rizamat” navida mevalarning to‘kilishi nazoratga nisbatan mos ravishda 30% va 45% ga oshdi (1(2)-rasm). Shingil massasi bo‘yicha 100 mg/L^{-1} GA_3 bilan ishlov berilgan variantda vazn qiymatlari nazoratga nisbatan 10%ga kamaydi. Meva uzunligi 35, 45 va 61 GKK oralig‘ida nazorat va barcha GA_3 variantlari o‘rtasida sezilarli farq kuzatilmadi. Meva massasi 200 mg/L^{-1} da 4,98% (5,72 g) ga kamaydi, 300 mg/L^{-1} da esa maksimal kamayish 25,58% (4,48 g) sodir bo‘ldi (nazorat — 6,02 g). Gullashdan keyingi 61 kunda “Rizamat” navida shingillar qizg‘ish-binafsha rang bilan qoplangan bo‘lib, nazorat variantida meva ranglari bir xil bo‘ldi.

“Qora Kishmish” navida 100 va 300 mg/L^{-1} GA_3 qo‘llanilganda meva uzunligi (2,4 sm) nazoratga (2,5 sm) nisbatan sezilarli farq ko‘rsatmagan (35, 45 va 61 GKK). GA_3 200 mg/L^{-1} konsentratsiya esa meva uzunligini 20% ga oshirdi. Shingil umumiy massasi 300 mg/L^{-1} da 33% ga ortdi. Meva massasi 61 GKK da 300 mg/L^{-1} GA_3 ta’sirida maksimal qiymatga yetib, nazoratga (3,90 g) nisbatan taxminan 36% (6,5 g) oshdi. “Qora Kishmish” navining o‘ziga xos qora rangi 45 GKK da meva po‘stini to‘liq qopladi. Ushbu tajribada o‘rganilgan morfologik ko‘rsatkichlar “Toyfi” navida sezilarli o‘zgarish kuzatilmadi, faqat urug‘sizlik holati bundan mustasno.



1-rasm. Gibberellin Kislota (GA3) ta’sirining uzum shingili, meva va embrion rivojlanishiga ta’siri. 1 – “Oq Dum” navida GA_3 qo‘llanishining shingilga ta’siri; 2 – “Rizamat” navida 65 DAP (changlanishdan keyingi kunlar) bosqichida GA_3 ta’siri: a – nazorat (ishlov berilmagan), b – 100 mg/L GA_3, c – 200 mg/L GA_3, d – 300 mg/L GA_3.3 – Veraison (pishish boshlanishi) bosqichida meva va rudiment rivojlanishiga GA_3 ta’siri: I – Qora Kishmish, II – Rizamat, III – Toyfi, a – nazorat, b – 100 mg/L GA_3, c – 200 mg/L GA_3, d – 300 mg/L GA_3. 4 – “Toyfi” navida GA_3 ta’siridan keyin burishgan rudiment fenotipi: a – 20 kun (nazorat), b – 40 kun (nazorat), c – 20 kun (300 mg/L GA_3), d – 40 kun (300 mg/L GA_3). 5 – in vitro sharoitda embrion unib chiqishiga GA_3 ta’siri: a – Qora Kishmish (nazorat va GA_3 bilan ishlov berilgan), b – Toyfi (nazorat va GA_3), c – Rizamat (nazorat va GA_3), e – Rizamat navida ishlov berilmagan embrion ildizlanishi, f – Rizamat navida ishlov berilmagan embrionda novda va ildiz hosil bo‘lishi, g – eksplantlarning akklimatizatsiyasi. 6 – In vitro sharoitda embrion unib chiqishiga GA_3 ta’sirining statistik tahlili:
cont – nazorat, QK – Qora Kishmish, Riz – Rizamat (100–200 mg/L GA_3). O‘rtacha qiymatlar 4 takror asosida hisoblandi, har bir takrorda 15 ta namunadan foydalanildi (ANOVA + Tukey HSD, R Studio).

Ta’kidlash joizki, 300 mg/L^{-1} GA_3 qo‘llanilishi barcha navlarda rudiment shakllanishini to‘liq to‘xtatdi (2(3)-rasm). Natijada urug‘li navlarda ham to‘liq urug‘sizlik kuzatildi, nazorat variantida esa ranglanish bosqichida kamida bitta rudiment shakllandi. Rudiment rivojlanishining dastlabki bosqichida tashqi integument (urug‘ rudimentini o‘rab turuvchi himoya to‘qima, keyinchalik urug‘ po‘stini hosil qiladi) qatlamida fenotipik o‘zgarishlar kuzatildi. Xususan, changlanishdan taxminan 20 kun o‘tgach 300 mg/L^{-1} GA_3 ta’sirida erta burishish va o‘sish tezligining susayishi qayd etildi (1(4)-rasm).

Gibberellin kislota (GA_3) ning uzum navlarida embrion rivojlanishiga in vitro sharoitda ta’sirini baholash uchun embryo rescue usuli qo‘llanildi. 1(6)-rasmda ko‘rsatilganidek, 60 ta rudimentdan

gullashdan keyingi 65 kunda embrionlar ajratib olinib, Murashige va Skug sun'iy ozuqasining qattiq shaklli muhitida (har bir Petri idish 25 ml) kultivatsiya qilindi. Qo'llanilgan 300 mg/L^{-1} GA_3 urug'li "Rizamat" va "Toyfi" navlarida embrion rivojlanishini to'liq to'xtatdi va to'liq steril holatga olib keldi. Aksincha, 100 va 200 mg/L^{-1} GA_3 miqdori rudiment o'sishini qisman chekladi hamda embrion differensiatsiyasiga olib keldi. Nazorat variantida "Qora Kishmish" navidan ajratilgan embrionlarning taxminan 27% (o'rtacha 4,0 ta) normal o'sib, keyinchalik novda va ildiz uchlari hosil qilib, yashovchan o'simtalarga aylandi. GA_3 konsentratsiyasi 100 va 200 mg/L^{-1} qo'llanilganda embrion shakllanishi to'liq to'htadi va o'sish tezligi sezilarli darajada kamaydi. GA_3 ning embrionni bostiruvchi ta'siri "Toyfi" va "Rizamat" navlarida ham kuzatildi. Sun'iy oziqa muhitida embrion unib chiqishi "Toyfi" navida 100 va 200 mg/L^{-1} da 9,1%–6,2% gacha, "Rizamat" navida esa 4,5%–4,1% gacha kamaydi. Shu bilan birga, GA_3 bilan ishlov berilmagan rudimentlardan ajratilgan embrionlar yuqori unish ko'rsatkichini namoyon etdi ("Toyfi" — 61%, "Rizamat" — 52%).

Bir qator tadqiqotlarda tashqi gibberellinlar qo'llanishi changlanmagan gullarda parthenokarpiya hosil bo'lishiga olib kelishi ko'rsatilgan. Biroq Arabidopsis thaliana da GA_3 qo'llanilishi meva rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatgan [4]. Pomidor va shirin qalampir turlarida esa GA_3 meva kattalashishi bilan birga parthenokarpik meva hosil bo'lishini ham induksiya qilgan. Kivi va qovoq turlarida parthenokarpiya induksiyasi GA_3 bilan boshqa o'sish regulyatorlariga nisbatan kamroq samarali bo'lgan [2-5].

Ushbu tajribada urug'li va urug'siz uzum navlarining gullari gul kosachasi tushishidan oldin, ya'ni gullash bosqichida GA_3 bilan ishlov berildi. "Qora Kishmish" navida meva massasi nazoratga nisbatan 36% ga, shingil massasi esa 33% ga oshdi. GA_3 qo'llanishi uzum mevalarida shakar miqdori va meva hajmini oshirishini ko'rsatgan. Natijada suv va shakar to'planishi ham nazoratga nisbatan yuqori bo'lgan [2]. "Emperatriz" navida 80 va 160 mg/L^{-1} GA_3 qo'llanilishi meva massasini mos ravishda 45% va 80% ga oshirgan, biroq boshqa tadqiqotda 290 μM konsentratsiyada faqat 20% oshish kuzatilgan [3].

Urug'li "Rizamat" navida 100 mg/L^{-1} GA_3 qo'llanilganda shingil va meva massasi mos ravishda 10% va 7% ga kamaydi. Qo'llanilgan 300 mg/L^{-1} konsentratsiyada esa maksimal kamayish kuzatilib, shingil massasi 45% ga, meva massasi 25% ga kamaygan. "Kyoho" va "Red Globe" navlarida ham urug' va meva rivojlanishi ingibitsiya qilib, meva massasi kamaygani qayd etilgan [8]. Bir qator tadqiqotlar o'simlik gormonlari meva rivojlanish bosqichlarida muhim rol o'ynashini, meva hajmini oshirish, urug' sonini kamaytirish va urug' o'lchamini kichraytirishda ishtirok etishini ko'rsatgan [2-5]. So'nggi tadqiqotlarda embryo rescue texnologiyasi yordamida GA_3 va boshqa gormonal o'zgarishlar urug'siz uzum navlarida embrion rivojlanishi bilan bog'liqligi o'rganilgan. Statistik tahlillarga ko'ra, embrion rivojlanayotgan tuxumdonlarda GA_3 konsentratsiyasi embrion rivojlanmagan ovulalarga nisbatan past bo'lgan. Bizning natijalarimiz ham ushbu ma'lumotlarga mos keladi: 300 mg/L^{-1} GA_3 rudiment o'sishini va embrion rivojlanishini to'liq to'xtatib, embrion abortiga olib keldi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda GA_3 konsentratsiyalarining urug'li va urug'siz uzum navlarida meva rivojlanishi hamda embrion yashovchanligiga ta'siri embryo rescue usuli yordamida o'rganildi. "Rizamat", "Toyfi" va "Qora Kishmish" navlaridan embrionlar ajratilib, in vitro sharoitda kultivatsiya qilindi. GA_3 konsentratsiyasining ortishi rudimentlar sonining kamayishiga va ularning yo'qolishiga olib keldi. GA_3 konsentratsiyasining yuqori konsentratsiyalar rudimentlarni to'liq yo'q qildi. Ushbu ishlov berish erta meva hosil bo'lishini, hujayra kengayishi hisobiga meva hajmining ortishini va "Rizamat" navida urug' sonining kamayishini olib keldi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Abu-Zahra T.R. (2013). Effect of plant hormones application methods on fruit quality of 'Superior seedless' grape. Biosciences biotechnology research Asia.Vol. 10(2), 527-531. doi: http://doi.org/10.13005/bbra/1162

2. Acheampong, A.K., Zheng, C., Halaly, T., Giacomelli, L., Takebayashi, Y., Jikumaru, Y., et al. (2017). Abnormal endogenous repression of GA signaling in a seedless table grape cultivar with high berry growth response to GA application. Front. Plant Sci., 8, 850.

3. Agüero, C., Vigliocco, A., Abdala, G., and Tizio, R. (2000). Effect of gibberellic acid and uniconazol on embryo abortion in the stenospermocarpic grape cultivars Emperatriz and Perlon. Plant Growth Regul., 30, 9–16. https://doi.org/10.1023/A:1006207614388

4. Anjum N, Feroze M.A., Rafique R., Shah M.H. (2020). Effect of gibberellic acid on berry yield and quality attributes of grapes cv. sultanina. Pure and Applied Biology (PAB). Vol. 9(2):1319-1324

5. Bar, M., and Ori, N. (2015). Compound leaf development in model plant species. Curr. Opin. Plant Biol. 23, 61–69. doi: 10.1016/j.pbi.2014.10.007

6. Hamed D. Baneh., Hekmet Jafari., Rasul J. Marandi, Rahim Abdolahi. (2017) Effect of pre-bloom gibberellic acid application on seedlessness and some fruit traits of three Iranian seeded grape cultivars. Majallah-i ʻUlum-I Bāghbānī., Vol.31, pp.110–121. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.44918.

7. Bermejo, A., Martınez-Alca ́ntara, B., Martınez-Cuenca, M., Yuste, R., Mesejo, C.,́Reig, C. (2016). Biosynthesis and contents of gibberellins in seeded and seedless sweet orange (Citrus sinensis l. osbeck) cultivars. J. Plant Growth Regul. 35,1036–1048. https://doi.org/10.1007/s00344-016-9602-5

8. Bouquet, A., and Danglot, Y. (1996). Inheritance of seedlessness in grapevine, Vitis vinifera L.Vitis,35,35–42.

UO'K 595.798:502.72

XORAZM VILOYATI HAQIQIY ARILARINING (VESPIDAE) ZOOGEOGRAFIK VILOYATLARDA TARQALISHI VA TAHLILI

O'.R.Abdullayev, b.f.f.d., dots., Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Urganch

Annotatsiya. *Mazkur tadqiqotda Vespidae oilasiga mansub turlarning Dunyoda, Markaziy Osiyoda, jumladan O'zbekiston hududida tarqalishi tahlil qilindi. Tadqiqot davomida 2022-2025-yillarda Xorazm vohasi hududida yig'ilgan namunalar asosida turlar aniqlanib, tadqiqot hududida qayd qilingan ari turlarini geografik tarqalishini yoritayotganda Veb-qidiruv natijalari (Wikipedia, IUCN GISD, CABI, oxirgi yillardagi maqolalar), ScaleNet, GBIF va boshqa manbalardagi ma'lumotlarni hisobga oldik va boshqa ilmiy manbalar asosida qo'shni mamlakatlarda uchraydigan turlar bilan taqqoslash amalga oshirildi.*

Kalit so'zlar: *Vespidae, zoogeografiya, fauna, Markaziy Osiyo, ekologik xususiyatlar, bioekologik, arealogik, kosmopolit, Golarktika, transpalearktika, Palearktika, subboreal.*

Аннотация. *В исследовании анализировалось распространение видов семейства Vespidae в мире, Центральной Азии, включая Узбекистан. В ходе исследования виды идентифицировались на основе образцов, собранных в Хорезмском оазисе в 2022-2025 годах, а при уточнении географического распространения видов ос, зарегистрированных в исследуемой области, учитывались данные из результатов веб-поиска (Википедия, IUCN GISD, CABI, статьи последних лет), ScaleNet, GBIF и других источников, а также проводились сравнения с видами, обнаруженными в соседних странах, на основе других научных источников.*

Ключевые слова: *Vespidae, зоогеография, фауна, Центральная Азия, экологические особенности, биоэкологический, ареальный, космополитический, голарктический, транспалеарктический, палеарктический, суббореальный.*

Abstract. *The study analyzed the global distribution of Vespidae species in Central Asia, including Uzbekistan. Species were identified based on specimens collected in the Khorezm Oasis between 2022 and 2025. To refine the geographic distribution of wasp species recorded in the study area, data from web searches (Wikipedia, IUCN GISD, CABI, and recent articles), ScaleNet, GBIF, and other sources were used. Comparisons with species found in neighboring countries were also made using other scientific sources.*

Key words: *Vespidae, zoogeography, fauna, Central Asia, ecological features, bioecological, areal, cosmopolitan, Holarctic, transpalearctic, palearctic, subboreal.*

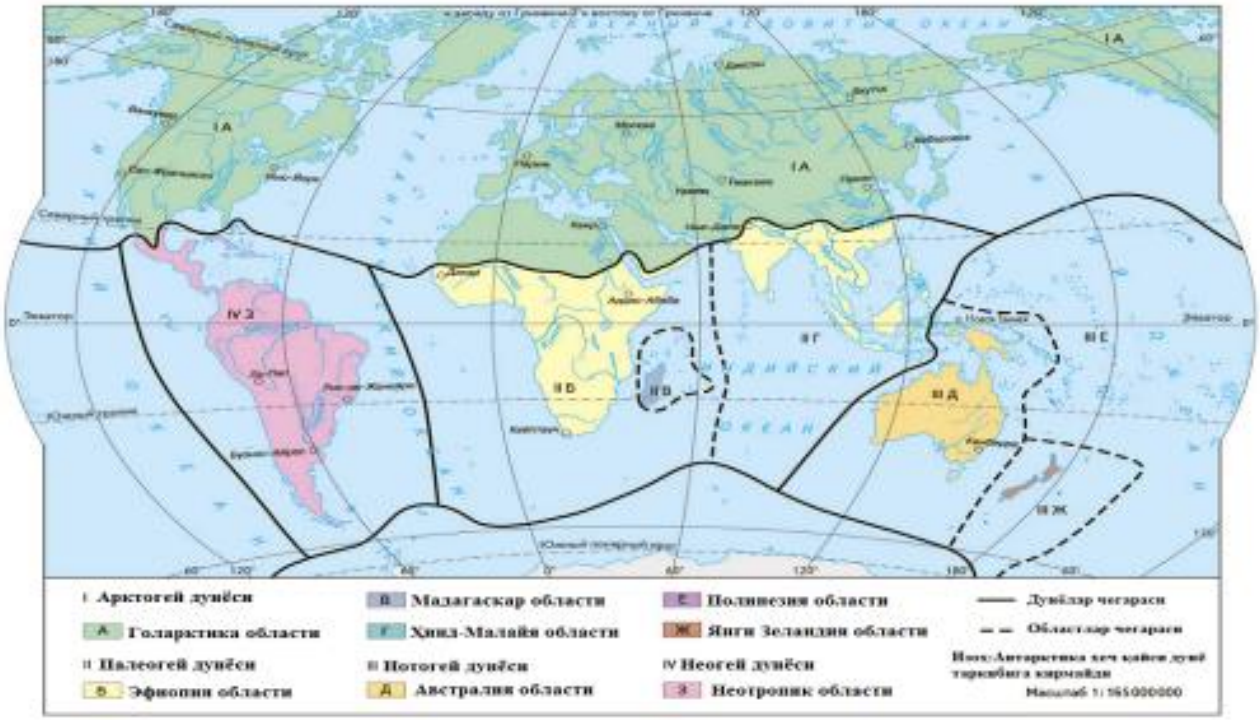
Kirish. Hozirgi vaqtda jahonda biologik xilma-xillikni saqlash va hayvonot dunyosi resurslaridan oqilona foydalanishni rivojlantirish bo'yicha qator ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada hozirgi antropogen omil ta'siri kuchaygan va tabiiy ekosistemalari o'zgarishga uchrayotgan davrda hudud hayvonlarini faunistik tahlil qilish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ekotizimdagi hayvonlarning muhim guruhlaridan biri bo'lgan sariq arilarning hozirgi kundagi holatini baholash, faunistik tarkibini tahlil qilish, tarqalishi, xo'jalik ahamiyati va zararini o'rganishga

doir chora-tadbirlarni ishlab chiqishdagi ilmiy xulosalarni asoslash va amaliyotga joriy etish muhim ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega.

Haqiqiy arilar (Vespidae) boshqa oilalar singari turlarga boyligi va ekologik jihatdan xilma-xilligi bilan pardaqanotlilar ichida muhimi hisoblanadi. Turli mintaqalarda ularning tarqalishi, bioekologik xususiyatlari, sistematikasi va biogeotsenozlardagi roli, hamda ahamiyati ochib berilgan [2; 423-b.].

Haqiqiy arilar Vespidae oilasi dunyo faunasida muhim o‘rin egallaydi. Burmaqanotli yoki haqiqiy arilar (Vespidae) - Pardaqanotli hasharotlar turkumining ekologik va biologik jihatdan xilma-xil bo‘lgan oilasi hisoblanadi. Adabiyotlarda bu oila taksonomiyasi, tur tarkibi va xilma-xilligi haqida har xil ma’lumotlar mavjud. Ushbu oilaga 6 kenja oila, 256 avlod va taxminan 5274 tur kirishi qayd etiladi [5; 301-314-b.] Bu arilar orasida jamoa bo‘lib yashovchi (eusotsial) Vespinae, Polistinae, Stenogastrinae va yolg‘iz yashovchi turlarga ega Eumeninae, Masarinae, Euparagiinae kenja oilalari mavjud. Vespidae arilari zararli hasharotlarga qarshi biologik kurashda va o‘simliklarni changlatuvchi sifatida muhim ekologik rol o‘ynaydi [7; 138-143-b.]. Haqiqiy ari turlari Vespidae Latreille, 1802 oilasiga mansub bo‘lib, ular Hymenoptera Linnaeus, 1758 turkumi, Apocrita Gerstaecker, 1867 kenja turkumi va Vespomorpha infraturkumi doirasidagi Vespoidea katta oilasiga kiradi[3; 229-231-b.].

Tadqiqot materiallari va uslublari. Ushbu tadqiqot ishi mualliflarning 2022-2025 yillarda Xorazm vohasida to‘plangan tadqiqot ishlari asosida shakllantirildi. Materiallarni yig‘ishda Golub, (2012), Moericke (1951) [8; 23-24-b.] va ana’naviy uslub entomologik matrap, Merik plastik idish, biotoplardagi butalar, daraxt shoxlari, antropogen sharoitda turar joy va xo‘jalik binolardan foydalanildi. Zoogeografik hududlarni aniqlash, chegaralarni belgilash F.Darlington [1; 520-b.] usuli bo‘yicha olib borildi. Xorazm vohasining turli xil haqiqiy arilar faunasi zoogeografik jihatdan ham tahlil qilinib, 5 ta asosiy guruhga ajratilgan. Xorazm vohasi Vespidae faunasini areologik tahlil qilishda va guruhlarga ajratishda dunyoning faunistik hududlari xaritasidan foydalanilgan (1-rasm).



1-rasm. Dunyoning faunistik hududlari

Hasharotlarning arealogik klassifikatsiyasi bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Taksonamik birliklar soni: Eumeninae - dunyo faunasi - 205 avlod, 3758 tur; Palearktika – 78/963, Rossiya – 33/158, O‘zbekiston – 9/13; Polistinae - dunyo faunasi - 25 avlod, 1003 tur, Palearktika – 4/67, Rossiya –1/14, O‘zbekiston – 1/3; Vespinae – dunyo faunasi – 4 avlod, 69 tur, Palearktika – 3/36, Rossiya – 3/5, O‘zbekiston – 3/5. Ular turli xil zoogeografik areallar bo‘yicha taqsimlangan [4; 204-б; 6; 41-б; 9; 271-276-б; 10; 61-70-б; 11; 45-48-б; 12; 215-219-б.].

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. 2022-2025 yillar davomida olib borilgan tadqiqotlarimiz asosida Xorazm vohasi haqiqiy arilar (Vespidae) faunasining zamonaviy tarkibi keltirildi. Bunda, Xorazm vohasi tabiiy va agrotsenozlarida haqiqiy arilarning 3 ta kenja oila, 8 ta avlodga mansub 14 turi qayd qilindi. Yig'ilgan va o'rganilgan Vespidae oila vakillarini arealogik klassifikatsiyasi bo'yicha quyidagicha natijalar tahlil qilingan (1-rasmga asosan).

Adabiyotlar ma'lumotlari asosida va Xorazm vohasida olib borilgan tadqiqotlarimizda yig'ilgan va o'rganilgan Vespidae oila vakillarini arealogik klassifikatsiyasi bo'yicha quyidagicha natijalar tahlil qilindi.

Kosmopolit areal - vespid turlarining dunyodagi kamida uchta mustaqil materikda keng tarqalgan holda uchrashi bilan tavsiflanadi. Bu turlar geografik jihatdan juda keng miqyosda tarqalgan bo'lib, turli iqlim zonalari va tabiiy sharoitlarga moslashganligi bilan ajralib turadi.

Nearktika areali - shimoliy yarim sharning yirik biogeografik hududlardan biri bo'lib, u Shimoliy Amerika**,** Meksikaning shimoliy qismi va Grenlandiya hududlarini o'z ichiga oladi. Mintaqa tundra, tayga, cho'l kabi turli tabiiy zonalar bilan ajralib turadi, shuning uchun undagi fauna ham juda xilma-xildir.

Hindi-Malay areali - biogeografik tasnifda tropik hududlarni qamrab olgan ulkan mintaqalardan biri bo'lib, Osiyoning janubiy qismi hamda Osiyo va Avstraliya oralig'ida joylashgan ko'plab orollar majmuasini o'z ichiga oladi. Mintaqaga Hindiston subqit'asi, Indoneziya, Malay arxipelagi, Filippin orollari va boshqa tropik hududlar kiradi. Bu areal yer yuzining eng boy xilma-xilligi va endemik turlar soni bilan alohida ajralib turadi.

Afrotropika areali yoki **Efiopiya viloyati** - Afrika qit'asining shimoliy qismi (Saxaradan shimoldagi hududlar) bundan mustasno holda, deyarli barcha mintaqalarini o'z ichiga oladi. Unga Madagaskar, Komor orollari, Seyshel orollari va qator boshqa hind okeani orollari ham kiritiladi.

Palearktika areali - jahonning eng katta biogeografik hududlaridan biri bo'lib, u Evropa**,** Rossiyaning katta qismi**,** Osiyoning shimoliy va markaziy mintaqalari**,** shuningdek Shimoliy Afrikaning ayrim hududlarini qamrab oladi. Bu areal turli iqlim zonalarini qamrab olib, tundradan to cho'llargacha bo'lgan tabiiy sharoitlarni o'z ichiga olgani sababli, vespidafaunasi katta xilma-xillikka ega.

Xorazm vohasi haqiqiy arilar faunasi hozirda 14 turdan tashkil topgan. Ular vohaning quruqlik landshaftlarida qayd etildi. Ushbu hasharotlarning faunistik hududlar xaritasi orqali zoogeografik tarqalishi tahlil qilindi va 1-jadvalda ko'rsatildi.

1 - jadval

Xorazm vohasida aniqlangan haqiqiy arilar faunasining zoogeografik viloyatlarga mansubligi

№	Turlar	Zoogeografik viloyatlar				
		Kosmopolit	Nearktika	Hindi-Malay	Afrotropika	Palearktika
EUMENINAE kenja oilasi						
1	*Eumenes crimensis* (Blüthgen, 1938)	-	-	-	-	+
2	*Eumenes dubius* (Saussure, 1852)	-	+	-	-	-
3	*Eumenes mediterraneus* (Kriech.,1879)	-	-	-	-	+
4	*Odynerus simillimus* (Morawitz, 1867)	-	-	-	-	+
5	*Antepipona nigricornis* (Morawitz, 1885	-	-	-	-	+
6	*Syneuodynerus egregius* (Schäffer, 1839)	-	-	-	-	+
POLISTINAE kenja oilasi						
7	*Polistes gallicus* (Linnaeus, 1767)	-	-	-	+	-
8	*Polistes watti* (Cameron,1900)	-	-	+	-	-
9	*Polistes dominula* (Christ, 1791)	+	-	-	-	-
VESPINAE kenja oilasi						
10	*Dolichovespula sylvestris* (Scopoli, 1763)	-	-	-	-	+
11	*Vespula germanica* (Fabricius, 1793)	+	-	-	-	-
12	*Vespula rufa* (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-
VESPINAE kenja oilasi						
13	*Vespa orientalis* (Linnaeus, 1771)	+	-	-	-	-
14	*Vespa crabro* **(**Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	-
Jami:		3	3	1	1	6

Tadqiqot natijalarimizga ko‘ra, uchta tur (21,4%) Polistes dominula, Vespula germanica, Vespa orientalis Kosmopolit turlarni tashkil etishi, uchta tur (21,4%) Eumenes dubius, Vespula rufa, Vespa crabro Nearktika turlar, bitta tur (7,1%) Polistes watti Hind Malay, bitta tur (7,1%) Polistes gallicus Afrotropika (Efiopiya), qolgan 6 ta turlar (43%) Eumenes crimensis, Eumenes mediterraneus, Odynerus simillimus, Antepipona nigricornis, Syneuodynerus egregious, Dolichovespula sylvestris Palearktika turlar ekanligi qayd etildi.

Xulosa. Xorazm vohasida aniqlangan haqiqiy arilar vakillarini arealogik klassifikatsiyasiga ko‘ra, Kosmopolitik, Palearktika, Nearktika, Afrotropika (Efiopiya), Hind-Malay areallarga mansubligi, Kosmopolit turlar 3 ta, Palearktik turlar 6 ta, Nearktik turlar 3 ta, Hind-Malay turlar 1 ta va Afrotropika arealiga mansub 1 ta turlar tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Дарлингтон Ф. Зоогеография.— М.: Прогресс, 1966. – С. 520.

2. Курзенко Н.В., Семейство Vespidae – складчатокрылые осы. Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России. – Перепончатокрылые Т.I. – Владивосток :Дальнаука, 2012. – С. 423.

3. Курзенко Н.В. Семейство Vespidae - Складчатокрылые осы. / Насекомые Лазовского заповедника. - Владивосток, 2009. - С. 229-231.

4. Курзенко Н.В. Семейство Vespidae – Складчатокрылые осы. В кн: Определитель населения Дальнего Востока. Т. IV. Сетчатокрилообразные. Скорпионники. Перепончатокрылые. Гл. 1. СПб.: Наука. 1995. – С. 204.

5. Костылев Ю.А. Материалы к познанию инсектофауны Алтая сем. Vespidae (Hym.) / Сб. тр. гос. Зоомузея МГУ, Т.I., 1938. - С. 301-314.

6. Archer M.E. (1989). Key to the world species of the Vespinae (Hymenoptera): Part I. Keys, checklist and distribution // Academic Board Research Committee of the Universify College of Ripon & York St. John, – P. 41.

7. Sühs R.B., Somavilla A., Köhler A., Putzke J. Vespídeos (Hymenoptera: Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. // *Revista Brasileira de Biociências*, 7, 2009. -P. 138-143.

8. Moericke, V. (1951). Eine Farbafalle zur Kontrolle des Fluges von Blattlausen, insbesondere der Pfirsichblattlaus, Myzodes persicae (Sulz.) // Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdiensten. – V. 3. – P. 23–24.

9. Giordani Soika, A. (1976). Vespidi ed Eumenidi (Hymenoptera) raccolti in Mongolia dal Dr. Z. Kaszab // Acta zoologica Academiae scientiarum hungaricae. – V. 22, № 3–4. – P. 271–276.

10. Pekkarinen A. (1995). Geographic variation and taxonomy of the species of Dolichovespula in the boreal zone of the Holarctic region (Hymenoptera, Vespidae) // Acta Zoologica Fennica 199: –P. 61–70.

11. Perkiömäki J., Pekkarinen A. (1986). Discoelius dufourii Lepeletier (Hymenoptera, Eumenidae) in eastern Fennoscandia // Notulae Entomol. – Vol. 66, N 1. – P. 45–48.

12. Yamane S.A. (1987). New species and new synonymy in the subgenus Polistes of Eastern Asia (Hymenoptera, Vespidae) // Kontyu. – V. 55, № 2. – P. 215–219.

UO‘K:619:591.111:547.466

QONNING MORFOLOGIK VA BIOKIMYOVIY KO‘RSATKICHLARI BILAN AMINOKISLOTALARNING O‘ZARO BOG‘LIQLIK DINAMIKASI

D.D.Aliyev, prof., SamDVMCHBU, Samarqand
N.Z.Turopova, tayanch doktorant, SamDVMCHBU, Samarqand

Annotatsiya. *Maqolada qonning morfologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlari hamda aminokislotalar miqdorlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik dinamikasi tahlil qilingan. Tadqiqot davomida qonning asosiy morfologik ko‘rsatkichlari eritrotsitlar, gemoglobin, leykotsitlar hamda biokimyoviy ko‘rsatkichlar, aminokislotalar miqdori bilan taqqoslanib baholandi. Natijalar aminokislotalar almashinuvidagi o‘zgarishlar qonning funksional holati va moddalar almashinuvi jarayonlari bilan chambarchas bog‘liqligini ko‘rsatdi. Shuningdek, ayrim aminokislotalar konsentratsiyasi qon ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi bilan korrelyatsion bog‘liqlikka ega ekanligi aniqlandi. Olingan ma’lumotlar organizmning fiziologik holatini baholash, kasalliklarni erta aniqlash va metabolik jarayonlarni monitoring qilishda muhim ahamiyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *eritrotsit, gemoglobin, leykotsit, biokimyoviy ko‘rsatkich, aminokislota, plazma, metobolizm, gormon, ferment, gematologik ko‘rsatkich, plazma, fagatsitoz, bakteriya.*

Аннотация. *В статье анализируется динамика взаимосвязи между морфологическими и биохимическими показателями крови, а также уровнем аминокислот. В ходе исследования основные морфологические показатели крови (эритроциты, гемоглобин, лейкоциты)*

оценивались в сравнении с биохимическими показателями и содержанием аминокислот. Результаты показали, что изменения в обмене аминокислот тесно связаны с функциональным состоянием крови и процессами обмена веществ. Также установлено, что концентрация некоторых аминокислот имеет корреляционную связь с изменениями показателей крови. Полученные данные имеют важное значение для оценки физиологического состояния организма, ранней диагностики заболеваний и мониторинга метаболических процессов.

Ключевые слова: *Эритроцит, гемоглобин, лейкоцит, биохимический показатель, аминокислота, плазма, метаболизм, гормон, фермент, гематологический показатель, фагоцитоз, бактерия.*

Abstract. *The article analyzes the dynamics of the correlation between the morphological and biochemical parameters of blood and the levels of amino acids. During the research, the main morphological parameters of blood—namely erythrocytes, hemoglobin, and leukocytes—were evaluated in comparison with biochemical indicators and amino acid content. The results demonstrated that changes in amino acid metabolism are closely linked to the functional state of blood and metabolic processes. Furthermore, it was determined that the concentration of certain amino acids has a correlative relationship with shifts in blood parameters. The obtained data hold significant importance in assessing the physiological state of the organism, early detection of diseases, and monitoring metabolic processes.*

Key words: *Erythrocyte, hemoglobin, leukocyte, biochemical parameter, amino acid, plasma, metabolism, hormone, enzyme, hematological parameter, phagocytosis, bacteria.*

Tadqiqot obekti va uslublari. Tadqiqotlarini o‘tkazish bir xil o‘rtacha vazndagi qorako‘l qo‘zilari tanlanib olindi. Qon tarkidagi aminokislotalarning va fermentlar miqdoriy ko‘rsatkichlari umum qobul qilingan biologik usullarda tekshirildi. Olingan natijalar N.A. Ploxinskiy uslubi bo‘yicha biometrik tahlil qilindi.

Mavzunig dolzarbligi. Hozirgi kunda organizmida kechadigan metabolik jarayonlarni chuqur o‘rganish tibbiyot va biologiya fanlarining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Qonning morfologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlari organizmning funksional holatini baholashda asosiy diagnostik mezonlardan biri bo‘lib xizmat qiladi. Aminokislotalar esa oqsillar sintezi, energiya almashinuvi va hujayraviy faoliyatni ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Qon ko‘rsatkichlari bilan aminokislotalar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni aniqlash organizmdagi fiziologik va patologik o‘zgarishlarni baholash, moddalar almashinuvidagi buzilishlarni erta aniqlash hamda samarali tashxis va davolash usullarini ishlab chiqish imkonini beradi. Qonning morfologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlari bilan aminokislotalarning o‘zaro bog‘liqlik dinamikasini o‘rganish nazariy va amaliy jihatdan dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi. Olingan natijalar klinik diagnostika, laborator tahlillar va profilaktik tibbiyot sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Qon organizmning eng muhum ichki muhiti hisoblanib hayvonlarning o‘sish va rivojlanishida sodir bo‘ladigan jarayonlarda faol ishtirok etadi [1;5]. Qon asosan plazmadan va xujayra elementlaridan tashkil topgan. Hayvonlarning rivojlanishi va mahsuldorliklari qonning sifatiy hamda miqdoriy ko‘rsatkichlariga bog‘liq bo‘lib o‘sish va rivojlanish moddalar almashinuvlarida intensiv ishtirok etadi. Organizmning fiziologik holatlariga tasir etuvchi metobolizmlar, garmonlar, fermentlar ko‘pchilik biologik faol moddalar qon bilan organizmga tarqaladi. Qon organizmning eng muhum fiziologik ko‘rsatkichlaridan biri hisoblanib organizmda oksidlanish jarayonlarini shuning bilan birga organizmning intensiv o‘sishini ta’minlaydi. Hayvonlarda qonning umumiy miqdori uning aniqlash usullari bilan bog‘liq. Mayda shoxli hayvonlarning umumiy tirik vazniga nisbatan 6-8 % ni tashkil qiladi [2;7]. Qon tahlili nafaqt kas alliklarga tashxis qo‘yishda foydalaniladi balki hayvonlar mahsuldorliklarini prognoz qilishlarda ham katta ahamiyatga ega hisoblanadi. Ilmiy izlanuvchilar tamonidan asoslanganki qonning gematologik ko‘rsatkichlari mahsuldolik sifati bilan uzviy bog‘liq. Qonda asosiy qism shaklli elementlarini eritrotsitlar tashkil qiladi. To‘qima va barcha organilarning hayot faoliyatini to‘liq eritrotsitlar ta’minlaydi [6].

Kislorod barcha organlar va to‘qimalarning to‘liq hayotchanligini ta'minlaydi, chunki eritrotsitlar organizmni kislorod bilan ta'minlaydi. Bu vazifalarni eritrotsitlarda joylashgan murakkab oqsilli modda gemoglobin amalga oshiradi. Eritrotsitlar o‘pkadan to‘qimalarga va karbonat angidridni to‘qimalardan o‘pkaga o‘tkazishdan tashqari, toksinlar va viruslarning adsorbsiyasida bevosita ishtirok etadi. Bundan tashqari, ular oraliq oqsil almashinuvida muhim rol o‘ynaydi va ATF ni parchalash qobiliyatini amalga oshiradi [3]. Gemoglobinning fiziologik me'yordan kam bo‘lishi temir, mis, kobalt va boshqa organik moddalar etishmasligi tufayli organizmda kamqonlik jarayonlari vujudga keladi. Leykotsitlar organizmning biologik himoyasini ta'minlovchi begona yot moddalar bakteriyalarni fagatsitoz qilish jarayonlarini amalga oshiradi. Ularga tarkibiga nuklein kislotalar, oqsillar, uglevodlar, lipidlar va fermentlar kiradi. Leykotsitlar zararli mikroorganizmlarni fagatsitoz qilish yoki bakterialarni toksinlarini zararsizlantirishdan iborat [4].

Trombotsitlar qon ivishida faol ishtirok etadi. Qon tomirlari yaxlitliklarri buzilganda plazma tomirlarida to‘liq eriydigan fibrinli oqsil erimaydigan fibringa aylanadi. Zararlangan qon tomirlarida fibrin yopadi va qon tomirlarda tromlar hosil qiladi. Bir qator olimlarning ilmiy tadqiqotlarida qorakul qo‘ylar qonining morfologik tarkibini har xil oziqlantirish turlaridan foydalanish, tashqi sharoitga moslashish va irsiy omillar bilan bog‘liq holda o‘rganish yoritilgan. Shunday qilib, biologik faol moddalarni qo‘llashda shimoliy kavkaz zotli yosh qo‘ylar qonining morfologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlarining o‘zgarishini Kuznesov A. F. va boshqalar urganishgan. Mualliflar o‘z ilmiy tadqiqot ishlarida biologik faol moddalar qo‘llanilganda hosil bo‘lgan shaklli elementlarni soni ko‘payadi va hayvonlarning nazorat guruhiga qaraganda leykotsitlar soni bo‘yicha 14,8% ga, eritrotsitlar 5,04% ga va gemoglobin 11,14% ga ko‘payadi. Ko‘pchilik ilmiy tadqiqotchilar volgograd zotli qo‘zilarining junining nozikligiga qarab qonning gematologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlar holatini o‘rgangan [8]. Ilmiy izlanuvchilar ma'lumotlariga ko‘ra, o‘rganilayotgan guruh hayvonlarining qonida hosil bo‘lgan elementlarning miqdorlari bo‘yicha deyarli farq qilmagan va gemoglobin jun nozik qo‘chqorlarda yuqori bo‘lgan, bu esa qo‘zilarda yanada kuchli oksidlanish-qaytarilish reaktsiyalarini jadalligini ko‘rsatadi. Limfotsitlar immun tizimining asosi bo‘lib, organizmni infeksiyalar, patogenlar va transformatsiyaga uchragan (saraton) hujayralardan himoya qilishda markaziy o‘rinni egallaydi. Ular antigenlarni o‘ziga xos tarzda (spesifik) taniydi va immunologik xotirani shakllantiradi [3;7].

Tadqiqotlarimiz natijasi shuni ko‘rsatdiku gemoglobin miqdori yoshga qarab ortib borishi va cho‘l tabiiy zonasidan 4 oylik bo‘lgan tajriba qo‘zilariba guruhida bu ko‘rsatkich 16,9 foizga (P≥0,99) ustunligi va 7 oyligida 1% o‘zgarganligi qayd etildi.

Tajriba hayvonlarining gemotologik ko‘rsatkichlari (n-12)

Gemotologik ko‘rsatkichlar	Tajriba kunlari	Nazorat guruhi	Birinchi Tajriba guruhi	Ikkinchi tajriba guruhi
Gemoglobin, g/l	60	94,2±1,23	95,3 ± 0, 3	91,5 ± 0,3
	90	93,8±0,25	94,3 ± 0,12	92,0 ± 1, 7**
	120	93,4±1,55	98,8 ± 1, 0 1	99,0 ± 2, 1
Eritrotsitlar, $\times10^{12}$/l	60	11,6±2,03	11,9 ± 0, 64	11,8 ± 1,2
	90	11,8±1,81	11,4 ± 0,3 0	11,3 ± 1, 4
	120	12,4±0,45**	12,8 ± 2,21 **	12,9 ± 0, 8
Trombositlar, $\times10^{12}$/l	60	618,1±1,34	680,4 ± 0,41	682,2 ± 4, 7
	90	619,0±2,74	684,6 ± 2,84	674,5 ± 8, 7
	120	619,3±0,64	580,6 ± 1,0 3	773,0 ± 11, 5
Leykositlar, $\times10^{12}$/l	60	9,1±0,45	10,9 ± 0,12	10,2 ± 1, 8
	90	10,9±0,98	11,1 ± 1,41	11,1 ± 2, 6
	120	12,0±1,12**	8,3 ± 0,72	12,4 ± 0, 9
Limfositlar, $\times10^{9}$/l	60	11,2±2,32	12,0 ± 0,48 **	12, 7 ± 3,1
	90	12,0±0,87	11, 2 ± 2,01	11, 9 ± 2,0
	120	11,9±1,36**	13, 6 ± 0,78	14, 2 ± 0,6 **

Eslatma: P < 0,01

Tajriba ko‘rsatkichlari bo‘yicha qon hujayralari umumiy sonlari va fiziologik me’yorlari bo‘yicha deyarli o‘zgarishlar ko‘zatilmadi. Biroq 120 kunlik yoshda eritrotsitlar soni statistik

jihatdan farq qilmadi. Biologik faol moddalar qo‘shilgan ozuqa bilan qo‘shimcha oziqlantirilgan tajriba qo‘zilari etti oyligida bu ko‘rsatkich bo‘yicha tabiiy yaylovlarda boqilgan tengdoshlariga qaraganda 16,4% ga oshganligi kuzatildi. Biologik faol moddalar qo‘shilgan tajriba hayvonlarida leykotsitlar miqdori 120 kunlik yoshda 13% ga, 120 kunlikda esa 9% ga ko‘pligi aniqlandi. Bu hayvonlarning yuqori adaptasion moslashuvchanlik xususiyatlaridan dalolat beradi. Tajribalarda leykositlar hujayralarining barcha guruhlarda miqdoriy jihatidan tajriba guruhlarida yuqori ekanligi aniqlandi. Etti oylik yoshida biologik faol moddalar qo‘shilgan ozuqa berilgan tajriba hayvonlarida qonida limfotsitlarning mos ravishda tabiiy sharoitda boqilgan tajriba hayvonlariga nisbatan 4% va 7% ga ko‘pligi aniqlandi. Oqsil to‘qima va organlarda muhum qo‘rilish materiali bo‘lib, organizmda immunobiologik, katalizatorlik, transportlik, regulyatorlik vazifalari qon orqali amalga oshiriladi.

Tajribadagi qo‘zilar qoning biologik ko‘rsatkichlaridan umumiy oqsil miqdori, albumin, globulin va fermentlardan aspartataminotrasferaza, alaninaminotrasferaza miqdorlari tekshirilganda qo‘yidagicha natijalar olindi.

Tajribadagi qo‘zilar qoni tarkibidagi biologik faol moddalar miqdori (*n* =12)

Tajriba ko‘rsatkichlari	Tajriba kunlari	Tajribadagi qo‘zilar qoni tarkibidagi biologik faol moddalar			
		Umumay oqsil	Albumin	AST	ALT
		M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
Nazorat guruhi	60	52,1±2,3***	36,1±0,23	24,1±0,54	23,0±1,08
	90	51,8±1,04	35,9±1,84**	25,2±1,52	22,8±2,44
	120	43,7±0,29	32,7±1,36	24,6±0,96	23,5±1,87
Birinchi Tajriba guruhi	60	51,2±1,87	34,7±0,09	31,2±2,03**	25,0±0,96
	90	49,8±0,25***	33,9±1,80**	34,0±1,28	24,7±1,31**
	120	45,6±2,45	28,6±1,45	33,9±1,97	21,9±1,42
Ikkinchi tajriba guruhi	60	48,2±1,02	21,1±0,58	32,0±0,08	36,2±2,07
	90	47,4±0,78	20,9±0,49**	35,2±2,88**	34,8±1,13**
	120	45,2±2,36	21,8±1,31	35,3±1,83	35,2±1,53

Eslatma: P < 0,001 *** P < 0,01**

Olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki guruhlar aro qondagi bioximik ko‘rsatkichlarning uzaro farq borligi kuzatildi. Umumiy oqsillar miqdorlari bo‘yicha tajriba qo‘zilarining 60 kunligida nazorat guruhida 52,1±2,3 miqdorni, birinchi nazorat guruhida 51,2±1,87 ni, ikkinchi nazorat guruhida 48,2±1,02 ekanligi aniqlandi. 120 kunlida esa umumiy oqsillar miqdorlari kamayganligi tahlil qilindi. Yani 4 oyligida 2 oyligiga nisbatan 8,1 % kamligi kuzatildi. Albuminlar miqdorlari bo‘yicha ham yoshi o‘sishi bilan kamayganligi tahlil qilindi. Bu shundan dalolat beradiku yil fasllarini o‘zgarishi, hayvonlarni o‘sishi va rivojlanishi hamda oziqlanish sharoitlariga bog‘liqligi ko‘pchilik ilmiy tadqiqotlarda isbotlangan. Aspartataminotransferaza miqdorlari bo‘yicha 60 kunligida nazorat guruhiga birinchi tajriba guruhida 29,4 % ga, ikkinch tajribada guruhida 31,2 % ko‘pligi aniqlandi. Bu tendensiya tajriba hayvonlarini 90 va 120 kunliklarida ham bir xillikligi kuzatildi. Alaninaminotransferaza faolliklari bo‘yicha 60 kunligida nazoratga nisbatan 8,6 % ga, 90 kunligida 8,35 ga, 120 kunligida yuqori ko‘rsatkish yani 49,0 % ekanligi aniqlandi. AlAT oqsillar almashinuvida asosiy rol o‘ynaydi. Ular aminokislotasidan aminoguruhini katalizlaydi. Organizmda oqsillar va uglevodlar almashinuvini bog‘lab turuvchi hamda energiya muvozanatini ta’minlovchi ferment bo‘lib, organzmda moddalar almashinuvida katta ahamiyatga ega.

Xulosa: Tadqiqot natijalari qonning morfologik va biokimyoviy ko‘rsatkichlari hamda aminokislotalar miqdori o‘rtasida o‘zaro bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. Aminokislotalar almashinuvidagi o‘zgarishlar qon tarkibi va biokimyoviy jarayonlarga bevosita ta’sir ko‘rsatib, organizmning fiziologik holatini aks ettiradi. Ayrim aminokislotalar konsentratsiyasining o‘zgarishi eritrotsitlar, gemoglobin, leykotsitlar hamda biokimyoviy ko‘rsatkichlar dinamikasi bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi. Olingan ma’lumotlar aminokislotalar metabolizmini baholash qonning funksional holatini aniqlash va turli patologik jarayonlarni erta tashxislashda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Shuningdek, mazkur ko‘rsatkichlarni kompleks tahlil qilish klinik amaliyotda tashxis qo‘yish va davolash samaradorligini baholash imkoniyatlarini kengaytiradi. Xulosa qilib shuni ta’kidlash lozimki qo‘zilar qoni tarkibidagi biologik faol moddalarning miqdori ko‘pligi qo‘zilarni hayotchanligi yuqori ekanligi bilan xarakterlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Aliyev D.D. Surxondaryo sur qorako'l qo'ylari mahsuldorligini oshirishning fiziologik jihatlari. Avtoref. Diss. biol. fanlari dokt. Toshkent 2021.
2. Aliyev D.D., Avazov O.S. Turli ekologik hududlarda boqilayotgan qorako'l-qo'yqo'zilarning immunologic ko'rsatkichlari. Namangan davlat universiteti. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya 20-21 fevral 2026.
3. Yunusov X.B., Aliyev D.D., Ochilov B.S. Vzaimosvyazi fiziologicheskix i produktivnix pokazateley gissarskix oves s ekologicheskimi faktorami. Uzbekskiy Biologicheskiy Jurnal. 2026, № 1.
4. Suxorukov, V.P. Suv-elektrolit almashinuvi, buzilishlar va korreksiya / V.P. Suxorukov // Monografiya. – Kirov: Kirov davlat tibbiyot akademiyasi, 2006-y. – 144 s.
5. Nikolayeva O.N. Dinamika sirkuliruyushix immunnix kompleksov pri vaksinatsii // Trudi Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 50. – S. 155-157.
6. Terentev S.S. Fiziologicheskoye sostoyaniye immunnoy sistemi telyat pri sochetannom vozdeystvii na korov v pozdniy period stelnosti gormonalnix i immunomoduliruyushix preparatov: diss.... kand. biol. nauk. – Nijniy Novgorod, 2021. – 144 s.
7. Lebedev, S. G. Primeneniye assotsiirovannix vaksin protiv infeksionnix enteritov i ix vliyaniye na gematologicheskiye pokazateli jivotnix / S. G. Lebedev, V. N. Minakov // Veterinarniy jurnal Belarusi. – 2019. – № 2(11). – S. 53–59.
8. Kuznesov, A. F., Smirnov, N. A. Fiziologicheskiye izmeneniya v krovi korov v peripartalniy period i kachestvo moloziva. Rossiyskiy veterinarniy jurnal, (2023). 12(4), 8-15.

O'UK 582.28:616.24-056.3

ALTERNARIA ALTERNATA AEROALLERGENI: AEROBIOLOGIK DINAMIKASI, ALLERGEN TARKIBI VA NAFAS YO'LLARI EPITELIYSI BILAN O'ZARO TA'SIRI

I.Azimova, kich.i.x., Xalqaro molekulyar allergologiya markazi, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada zamburug'ning aerobiologik dinamikasi, allergen tarkibi hamda nafas yo'llari epiteliysi va tug'ma immunitet bilan o'zaro ta'siri bo'yicha so'nggi 15 yil ichida chop etilgan xalqaro adabiyotlar tahliliy sharh usulida umumlashtirildi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, konidiyalar hosil bo'lishi va tarqalishi uchun optimal harorat oralig'i 18,9–25,2 °C ni tashkil etadi; simptomlar kelib chiqishi ta'sirning o'rtacha darajasi bilan emas, balki konsentratsiya cho'qqilari (10–100 spora/m³) bilan bog'liq. To'liq ekstraktga sezgir bemorlarning 70–95 % ida asosiy allergen Alt a 1 ga maxsus sensibilizatsiya aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar A. alternata ni oziq-ovqat xavfsizligi va nafas yo'llari salomatligining kesishuvidagi ustuvor obyekt sifatida baholash imkonini beradi.*

Kalit so'zlar: *Alternaria alternata, aeroallergen, konidiya, Alt a 1, β-glyukan, bronxial astma, allergik rinit, nafas yo'llari epiteliysi, aerobiologiya, oziq-ovqat xavfsizligi.*

Аннотация. *В статье методом аналитического обзора обобщены международные публикации последних 15 лет, посвящённые аэробиологической динамике гриба, составу его аллергенов и взаимодействию с респираторным эпителием и врождённым иммунитетом. Показано, что оптимальный температурный диапазон для образования и выброса конидий составляет 18,9–25,2 °C; появление симптомов связано не со средним уровнем экспозиции, а с пиковыми концентрациями (10–100 спор/м³). У 70–95 % пациентов, сенсибилизированных к цельному экстракту, выявляется специфическая сенсибилизация к главному аллергену Alt a 1. A. alternata как приоритетный объект на стыке проблем продовольственной безопасности и здоровья органов дыхания.*

Ключевые слова: *Alternaria alternata, аэроаллерген, конидия, Alt a 1, β-глюкан, бронхиальная астма, аллергический ринит, респираторный эпителий, аэробиология, продовольственная безопасность.*

Abstract. *This paper presents an analytical review of international publications from the last 15 years addressing the aerobiological dynamics of the fungus, the composition of its allergens, and its interaction with the respiratory epithelium and innate immunity. The optimal temperature range for conidial formation and release is 18.9–25.2 °C; symptom onset correlates not with mean exposure but with peak concentrations (10–100 spores/m³). These findings identify A. alternata as a priority object at the interface between food safety and respiratory health.*

Key words: *Alternaria alternata, aeroallergen, conidia, Alt a 1, β-glucan, bronchial asthma, allergic rhinitis, respiratory epithelium, aerobiology, food safety.*

Zamburug‘lar — murakkab tirik organizmlar bo‘lib, ular alohida biologik qirollikni tashkil etadi, chunki na hayvonlar, na o‘simliklar shohligining xususiyatlariga to‘liq mos keladi. O‘simliklar kabi ular hujayra devoriga ega va harakatlanmaydi, biroq fotosintez qilmaydi va geterotrof organizmlar hisoblanadi: oziq moddalarni o‘simlik yoki hayvon qoldiqlariga hazm qiluvchi fermentlarni ajratib chiqarish va parchalanish mahsulotlarini o‘zlashtirish orqali oladi.

Zamonaviy baholashlarga ko‘ra, tabiatda 2 milliondan 11 milliongacha zamburug‘ turi mavjud [1], ammo ulardan atigi 150 000 dan sal ko‘prog‘i rasman tavsiflangan [2]. Shulardan 112 ta jins tarkibida allergenlar aniqlangan [3]. Nafas yo‘llari allergik patologiyasi bilan eng ko‘p bog‘lanadiganlari — *Alternaria alternata, Cladosporium, Aspergillus* va *Penicillium* turlaridir.

Alternaria alternata atrof-muhitda keng tarqalgan saprofit zamburug‘ bo‘lib, ayniqsa qishloq xo‘jaligi hududlarida juda ko‘p uchraydi. U bolalarning nafas yo‘llari salomatligiga sezilarli ta‘sir ko'rsatadi va astmaning og‘ir shakllari bilan bog‘liqligi sababli muhim diagnostik hamda davolash muammosini keltirib chiqaradi: bunday bemorlar ko‘proq kuzatuvni talab qiladi, ularda shoshilinch tibbiy yordam bo‘limiga murojaat qilish, kasalxonaga yotqizilish va hatto o‘lim xavfi yuqori bo‘ladi [4].

Aspergillus va *Penicillium* termotolerant ipsimon (filamentli) zamburug‘lar bo‘lib, ular nafaqat pnevmoallergen sifatida ta'sir qiladi, balki pastki nafas yo‘llarida o‘sib, infeksiya va o‘pka shikastlanishiga sabab bo‘lishi mumkin. *Cladosporium* va *A. alternata* bunday xususiyatga ega emas, biroq aynan *A. alternata* insonda asosiy sensibilizatsiyalovchi manba hisoblanadi. Kamroq hollarda, ayniqsa immun tizimi zaiflashgan shaxslarda, u yuqori sezuvchanlik pnevmonitini, teri osti infeksiyalarini (feogifomikoz) va tizimli infeksiyalarni (alternarioz) keltirib chiqarishi mumkin [5].

Mazkur zamburug‘ bir vaqtning o‘zida dala sharoitida va saqlash davrida qishloq xo‘jaligi ekinlariga jiddiy zarar yetkazishi hamda inson salomatligiga ta‘sir ko‘rsatishi bilan oziq-ovqat xavfsizligi muammosining biologik va tibbiy jihatlarini bog’lab turadi. Shu bois maqolaning maqsadi — *A. alternata* ning aerobiologik dinamikasi, allergen tarkibi va nafas yo‘llari epiteliysi bilan o‘zaro ta'siri to‘g‘risidagi zamonaviy ma'lumotlarni tizimlashtirish va ularning amaliy ahamiyatini baholashdan iborat.

Tadqiqot obyekti va qo‘llanilgan metodlar. Tadqiqot obyekti sifatida *Alternaria alternata* zamburug'ining aerobiologiyasi, allergen tarkibi hamda immunologik ta'siri bo‘yicha chop etilgan xalqaro ilmiy nashrlar xizmat qildi.

Adabiyotlar PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science va Google Scholar ma'lumotlar bazalarida quyidagi kalit so‘zlar bo‘yicha izlandi: “*Alternaria alternata*”, “Alt a 1”, “fungal spores”, “aeroallergen”, “conidia”, “asthma”, “allergic rhinitis”, “airway epithelium”, “β-glucan”. Qidiruv ingliz, rus va o‘zbek tillarida amalga oshirildi.

Nashrlarni tanlashda quyidagi mezonlar qo‘llanildi: (a) taqrizlanadigan ilmiy jurnallarda chop etilgan asl tadqiqotlar, tizimli sharhlar va meta-tahlillar; (b) nashr yili — asosan so‘nggi 10–15 yil, taksonomik va metodologik ahamiyati saqlanib qolgan bir necha manba bundan mustasno; (c) to‘liq matnning mavjudligi. Konferensiya tezislari, tahririyat maqolalari va tajriba tafsilotlari keltirilmagan ishlar tahlildan chiqarib tashlandi.

Yakuniy tahlilga 34 ta manba kiritildi. Ishda tavsifiy-tahliliy, qiyosiy va tizimlashtirish metodlaridan foydalanildi: manbalar to‘rt tematik blokka (aerobiologik dinamika; allergen tarkibi; epiteliy bilan o‘zaro ta'sir; virusli infeksiyalar bilan o‘zaro ta'sir) ajratildi, har bir blok bo‘yicha miqdoriy ko‘rsatkichlar (harorat oralig‘i, spora konsentratsiyasi, sensibilizatsiya chastotasi, molekulyar og‘irlik) qiyosiy tarzda umumlashtirildi. Tadqiqot inson yoki hayvonlar ishtirokini talab qilmagani sababli etik komissiya ruxsatiga muhtoj emas.

Olingan natijalar va ularning tahlili

***A. alternata* ning aerobiologik dinamikasi.** *Alternaria* jinsi 300 dan ortiq turni birlashtiradi va ularning orasida saprofit, endofit hamda patogen turlar mavjud bo‘lib, ular turli substratlarni koloniyalashtiradi [6, 7], ayniqsa qishloq xo‘jaligi ekinlariga moyillik ko‘rsatadi [8]. Namlik zamburug‘ning o‘sishi va sporalar hosil bo‘lishi uchun zarur [9], konidiyalarning atmosferaga chiqarilishi va tarqalishiga esa issiqlik, quruqlik va shamol sabab bo‘ladi. Zamburug‘ saprofit

(parchalanayotgan organik modda bilan oziqlanish), simbiotik va endofit o‘sish shakllariga ega opportunistik parazit sifatida harakat qilib, barglar, urug‘lar va mevalar to‘qimalarida infeksiya keltirib chiqaradi hamda dalada va saqlash paytida qishloq xo‘jaligiga jiddiy zarar yetkazadi.

Ta'sirning intensivligi va davomiyligi — vaqt bo‘yicha o‘rtacha ko‘rsatkichlar bilan o‘lchanadigan kattaliklar — sensibilizatsiyani shakllantiradi, biroq bemor nuqtai nazaridan simptomlarni aynan konsentratsiya cho‘qqilari keltirib chiqaradi. Sezgir bemorlarda nafas olish simptomlarini yuzaga keltiruvchi havodagi *Alternaria* sporalari chegarasi bahsli bo‘lib, adabiyotlarda 10 spora/m³ dan 100 spora/m³ gacha o‘zgarib turadi [10, 11]. Shu bilan birga, zamburug‘ sporalari va gulchanglarning bir vaqtda mavjudligi hatto belgilangan chegaralardan past darajalarda ham sensibilizatsiya va simptomlarni keltirib chiqarishi mumkin [12] — bu turlararo o‘zaro “praymerlash” (priming) effekti bilan izohlanadi.

Muhim jihat shundaki, allergiya simptomlari bilan sporalarning atrof-muhitdagi umumiy konsentratsiyasiga qaraganda maxsus allergenlar konsentratsiyasi yaxshiroq korrelyatsiyalanadi. Don mahsulotlarini mexanizatsiyalashgan usulda yig‘ishtirib olishda havoda konidiyalarning 10^6–10^7/m³ gacha bo‘lgan maksimal darajasi qayd etiladi [13]; konidiyalarning yorilishi natijasida esa havoga submikron zarrachalar chiqadi [8, 14], ular bronxial daraxtning distal qismlariga yetib borishi mumkin.

Asosiy spora mavsumi (main spore season, MSS) — sporalar ma'lum bir hududda atmosferada sezilarli konsentratsiyalarda bo‘ladigan davr [15]. Ta'riflar turlicha bo‘lsa-da, eng keng qabul qilingani bu davrni bir turdagi barcha sporalarning markaziy 90 % i qayd etiladigan vaqt oralig‘i (birinchi va oxirgi 5 % dan tashqari) sifatida belgilaydi. Issiq iqlimlarda bu davr odatda uzoqroq davom etadi. Atmosferada tarqalish naqshlari geografik va iqlim xususiyatlariga bog‘liq bo‘lib, harorat [16] va past nisbiy namlik [17] bilan sezilarli bog‘liqlik namoyon qiladi.

A. alternata konidiyalarining hosil bo‘lishi va atrof-muhitga chiqarilishiga yordam beradigan optimal o‘rtacha harorat oralig‘i 18,9 °C dan 25,2 °C gacha [9]. Ayni shu holat Markaziy va Shimoliy Yevropada konidiyalarning yillik bir modali (unimodal) taqsimoti kuzatilishini, eng yuqori ko’rsatkichlar esa yozga to‘g‘ri kelishini tushuntiradi [18]. Janubiy Yevropada esa taqsimot ko‘pincha ikki modali (bimodal) bo‘lib, maksimal konsentratsiya bahor oxiri va erta kuzda qayd etiladi [19]. Ikki cho‘qqining shakllanishi uchun yozda maksimal harorat 32,6 °C dan oshishi, kuzgi cho‘qqi uchun esa minimal harorat 11,4 °C dan yuqori bo‘lishi talab etiladi; bunday sharoit janubiy Ispaniyada yiliga ikki marta, shimolida esa faqat bir marta yuzaga keladi. Yillik yog‘ingarchilik taqsimoti ham muhim omil hisoblanadi, chunki suv zamburug‘ning o‘sishi va sporalanishi uchun zarurdir [9].

Garchi *A. alternata* asosan tashqi muhit allergeni bo‘lsa-da, mos sharoitlarda uni bino ichida ham uchratish mumkin. Uning ichki muhit allergeni sifatidagi klinik ahamiyati yetarlicha o‘rganilmagan, chunki xona ichidagi konsentratsiyalar (*Cladosporium* kabi) tashqi konsentratsiyalarga kuchli bog‘liq bo‘lib, uning simptomlarga qo‘shgan hissasini mustaqil baholashni qiyinlashtiradi.

Alternaria allergenlari va tegishli komponentlari. *A. alternata* to‘liq ekstraktiga sensibilizatsiya qilingan bemorlarning 70 % dan 95 % gacha qismida Alt a 1 ga maxsus sensibilizatsiya aniqlanadi, bu esa uni asosiy (major) allergen maqomiga ko‘taradi [3, 20]. Alt a 1 — faqat zamburug‘larga xos bo‘lgan 30 kDa li kislotali glikoprotein bo‘lib, disulfid ko‘priklari orqali bog‘langan 16,4 kDa va 15,3 kDa hajmdagi ikki subbirlikdan iborat. Bu juda barqaror oqsil: uning konformatsiyasi va IgE epitoplari 95 °C haroratga chidamli. Biologik funksiyasi to‘liq aniqlanmagan, ammo u asosan sporalarning hujayra devorlarida ifodalanadi va unib chiqish jarayonlari bilan bog‘liq ko‘rinadi [21].

Sporalar unib chiqishidan oldin ham Alt a 1 hosil qilishi taxmin qilinadi; bu oqsil o‘simlik moddasining parchalanishida erta rol o‘ynaydi, o‘simlikni PR-5 himoya oqsillarini ishlab chiqarishga undaydi, so‘ngra ular bir-biriga bog‘lanib o‘zaro ingibitsiyaga uchraydi, natijada infeksiya qo‘llab-quvvatlanadi [22]. Qolgan kichik (minor) allergenlar 1-jadvalda keltirilgan [23, 24].

1-jadval

***Alternaria alternata* ning asosiy va kichik allergenlari**

Allergen	Oqsil turi (funksiyasi)	Molekulyar og'irligi (kDa)
Alt a 1	Funksiyasi noma'lum; o'simliklardagi patogenlik bilan bog'liq, PR-5 timatinga o'xshash oqsillar bilan ta'sirlashadi	30 (15,3 + 16,4)
Alt a 3	Issiqlik zarbasi oqsili (HSP70); hujayrani issiqlik va oksidlovchi stressdan himoya qiladi	85
Alt a 4	Disulfid izomeraza; oqsil sintezida ishtirok etadi	57
Alt a 5	P2 ribosomal kislotali oqsil; oqsil sintezida ishtirok etadi	11
Alt a 6	Enolaza. Glikolizda ishtirok etuvchi termostabil panallergen; baliqlar, qushlar, qisqichbaqasimonlar, hasharotlar, zamburug'lar, o'simliklar va lateksda uchraydi. *A. alternata* allergiyasi bo'lgan bemorlarning 22 % ida sezgirlik keltirib chiqaradi	45
Alt a 7	Flavodoksin	22
Alt a 8	Mannitoldegidrogenaza	29
Alt a 10	Aldegiddegidrogenaza	53
Alt a 12	P1 ribosomal oqsil	11
Alt a 13	Glutation-S-transferaza	26
Alt a 14	Marganets-bog'liq superoksiddismutaza (MnSOD)	24
Alt a 15	Vakuolyar serin-proteaza	58

Alt a 6 va Alt a 14 o'zlarining lateks ekvivalentlari bilan gomologiyani namoyon etadi va o'zaro reaksiyalar uchun javobgar bo'lishi mumkin; shu sababli ushbu ikki allergenni komponentga asoslangan diagnostika panellariga kiritish taklif qilingan [20].

Zamburug' devorlari, ko'plab umurtqasizlarniki kabi, sut emizuvchilarda uchramaydigan va patogen bilan bog'liq molekulyar naqsh (PAMP) sifatida harakat qiluvchi xitin polisaxaridini o'z ichiga oladi. Nafas yo'llari epitelial hujayralari "antiparazitar" javobning bir qismi sifatida tug'ma immun hujayralarni (eozinofillar [25], makrofaglar) va moslashuvchan immun hujayralarni (IL-4/IL-13 ifodalovchi Th2-limfotsitlar) faollashtiradi. Bu epitelial hujayralar xitinazaga boy bo'lib, ferment zamburug'ga qarshi javobning biomarkeri bo'lib xizmat qilishi mumkin [26].

β-Glyukanlar — molekulyar og'irligi 100 kDa dan katta bo'lgan, sut emizuvchilarda uchramaydigan polisaxaridlar bo'lib, zamburug' hujayra devorining quruq og'irligining 50–60 % ini tashkil etadi [23, 24]. Peroral qabul qilinganda ular immun funksiyaga ijobiy ta'sir ko'rsatadi va xolesterin miqdorini kamaytiradi.

Bu molekulalar o'z-o'zidan allergen emas va kross-reaktiv uglevod determinantlari (CCD) hisoblanmaydi, IgE ishlab chiqarilishini keltirib chiqarmaydi, shu bois allergiya testlarida noto'g'ri musbat natijalar uchun javobgar emas. Ularning immunologik ahamiyati shundaki, ular PAMP sifatida harakat qilib, oldindan sensibilizatsiya talab qilinmasdan tug'ma javoblarni faollashtiradi. β-Glyukanlar dendrit hujayralarini faollashtirishda adyuvant vazifasini bajaradi, T-yordamchi (Th)2 javoblarini kuchaytiradi va Th1 javobini susaytiradi [27] — xuddi yer yong'og'i allergiyasida kuzatilgani kabi [28]. Bundan tashqari, zamburug' β-glyukanlari Th17 javoblarini ham rag'batlantiradi, bu esa Th2 javoblari bilan birgalikda astmaning kortikosteroidlarga chidamli og'ir turiga o'tishiga sabab bo'ladi [29].

***A. alternata* va nafas yo'llari epiteliysining o'zaro ta'siri.** *A. alternata* proteazalarga boy bo'lib, ular organik moddani parchalashda ishlatiladi, shu bilan birga hujayralararo zich birikmalarni (tight junctions) buzib, bronxial epiteliyda strukturaviy o'zgarishlarni keltirib chiqarishi mumkin [30]. Natijada epiteliy boshqa allergenlarga, shuningdek patogenlar va bezovta qiluvchi vositalarga ko'proq o'tkazuvchan bo'lib qoladi. Kanadchalar (mite) allergenlari uchun yaxshi ma'lum bo'lgan bu ta'sir "kuchaytiruvchi" omil sifatida boshqa allergenlarga sezgirlikni oshiradi va bronxial bezovta qiluvchi moddalar hamda patogenlarga nisbatan nospetsifik bronxial giperreaktivlikni kuchaytiradi.

Epiteliyga proteolitik hujum to'qima shikastlanishi haqidagi "xavf" signallarini — timik stromal limfopoetin (TSLP), IL-25 va IL-33 kabi sitokinlar ishlab chiqarilishini — hamda eozinofillar [25] va IgE vositachiligidagi Th2 yallig'lanish javoblarini keltirib chiqaradi [30, 31]. IL-33 zamburug'ga sezgirlik bilan bog'liq og'ir, kortikosteroidlarga chidamli astma bilan og'rigan bolalarda maxsus biomarker va istiqbolli terapevtik nishon sifatida taklif qilingan [32].

Viruslar bilan o‘zaro ta'sir. Epiteliyning proteolitik shikastlanishi patogenlarga o‘tkazuvchanlikni oshirishidan tashqari, *A. alternata* virusli infeksiyalarga qarshi tug‘ma javobni ham susaytirishga qodir. Kobayashi va hammualliflar sichqon modelida *A. alternata* interferonlar (IFN)-γ, o‘sma nekrozi omili (TNF)-α va IL-12 (o‘z navbatida IFN sintezining induktori) ishlab chiqarilishini to‘xtatishini aniqlashdi — bular virusga qarshi immun javobning muhim tarkibiy qismlaridir [27]. Shuningdek, zamburug‘ Toll-simon retseptor 3 (TLR3) ni ingibitsiya qilish orqali dendrit hujayralari tomonidan IFN-β va virusga qarshi himoyada muhim bo‘lgan boshqa sitokinlar ishlab chiqarilishini pasaytirishi ko‘rsatilgan [33].

Percopo va hammualliflar gripp viruslariga ta'sir qilgan sichqonlarning tirik qolishi zamburug‘ dozasiga teskari proporsional ekanini aniqladi [34]. Gripp kasalligining og‘irligi va o‘lim ko‘rsatkichi virus yukidan mustaqil bo‘lgan (avval *A. alternata* bilan ta'sirlangan va ta'sirlanmagan guruhlarda bronxoalveolyar yuvindida gripp nusxalari soni bir xil edi), chunki Th2 yallig‘lanish javoblari kuchaygan (eozinofillar, IL-5, IL-13 va eotaksin-1 miqdorining ortishi), alveolyar makrofaglar hamda Th1 javoblari esa kamaygan [34]; bu esa bakterial superinfeksiyaga moyillikni va kasallanish hamda o‘lim darajasining oshishiga olib kelgan.

Bir tomondan, allergik bemorlarda tug‘ma hujayraviy antiviral javoblar IgE va virus o‘rtasidagi o‘zaro bog‘lanish tufayli nuqsonli bo‘ladi, bu virusli infeksiyalar va atopik kasallikning kuchayishi o‘rtasidagi bog‘liqlikni izohlaydi. Masalan, plazmatsitoid dendrit hujayralarda yuqori affinitli IgE retseptorini (FcεRI) stimulyatsiya qilish gripp tufayli yuzaga keladigan IFN-α sekretsiyasi kabi Th1 javoblarini to‘xtatadi. Bu natijalar A. alternata ga sezgir bemorlarda virus ta'sirida astma xurujlari ko‘proq va og‘irroq kechishi mumkinligini ko‘rsatadi. Boshqa tomondan, pnevmoallergenlarga sezgir bemorlarda nafas yo‘llari virus infeksiyalari giperreaktivlik va bronxial yallig‘lanishni keltirib chiqaradi, bu esa virus–allergen–immun tizimi o‘zaro ta'sirining ahamiyatini yanada kuchaytiradi.

Xulosa

1. *A. alternata* dinamikasida vaqt bo‘yicha o‘rtacha ko‘rsatkichlar bilan o‘lchanadigan ta'sir intensivligi va davomiyligi sensibilizatsiyani shakllantiradi, ammo simptomlarni aynan spora konsentratsiyasining cho‘qqilari (10 spora/m³ dan 100 spora/m³ gacha) keltirib chiqaradi.

2. Konidiyalarning hosil bo‘lishi va atrof-muhitga tarqalishi uchun optimal harorat diapazoni 18,9–25,2 °C ni tashkil etadi. Shu sababli Markaziy va Shimoliy Yevropada tarqalish bir modali bo‘lib, konidiyalar miqdori yozda yuqori bo‘ladi; Janubiy Yevropada esa ikki modali bo‘lib, maksimal konsentratsiya bahor oxiri va kuz boshiga to‘g‘ri keladi.

3. *A. alternata* optimal sharoitlar mavjud bo‘lganda bino ichida ham uchraydi, ya'ni u ham tashqi, ham ichki muhit allergeni hisoblanadi. Zamburug‘ sporalarining o‘lchami (20–60 mkm) ularni asosan burun shilliq qavatida ushlab qoladi va rinitni keltirib chiqaradi; konidiyaning yorilishi natijasida hosil bo‘ladigan mayda fraksiyalar esa pastki nafas yo‘llarida to‘planib, bronxial shilliq qavatda yallig‘lanish reaksiyasini va o‘pka funksiyasining yomonlashuvini yuzaga keltiradi.

4. To‘liq ekstraktga sezgir bemorlarning 70–95 % ida Alt a 1 ga maxsus sensibilizatsiya aniqlanadi, bu esa komponentga asoslangan diagnostikada mazkur allergenning markaziy o‘rnini belgilaydi.

5. *A. alternata* proteazalarga boy bo‘lib, hujayralararo zich bog‘lanishlarni buzadi va bronxial epiteliyda tuzilish o‘zgarishlarini keltirib chiqaradi, uning o‘tkazuvchanligini oshiradi, gulchang va kanachalar kabi boshqa allergenlarga sezgirlikni kuchaytiradi hamda immun tizimi bilan o‘zaro ta'sirlashib, virusli infeksiyalarga qarshi tug‘ma javobni o‘zgartiradi.

6. Zamburug‘ning don, meva va sabzavot mahsulotlarini yig‘ish hamda saqlash bosqichlarida havoga ommaviy tarzda konidiya chiqarishi uni oziq-ovqat xavfsizligi va nafas yo‘llari salomatligi muammolarining kesishuvida turgan obyektga aylantiradi. Shu sababli mahsulotlarni saqlash sharoitlarida namlik va harorat nazorati, ombor va qayta ishlash korxonalarida aerobiologik monitoring yo‘lga qo'yilishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. High-throughput sequencing view on the magnitude of global fungal diversity // Fungal Diversity. – 2022. – Vol. 114. – P. 539–547. DOI: 10.1007/s13225-021-00472-y

2. The numbers of fungi: contributions from traditional taxonomic studies and challenges of metabarcoding // Fungal Diversity. – 2022. – Vol. 114. – P. 327–386. DOI: 10.1007/s13225-022-00502-3

3. Mold allergens in respiratory allergy: from structure to therapy // Allergy, Asthma & Immunology Research. – 2015. – Vol. 7, № 3. – P. 205–220. DOI: 10.4168/aair.2015.7.3.205

4. Prevalences of positive skin test responses to 10 common allergens in the US population: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2005. – Vol. 116, № 2. – P. 377–383. DOI: 10.1016/j.jaci.2005.05.017

5. Clinical manifestations of human exposure to fungi // Journal of Fungi. – 2023. – Vol. 9, № 3. – P. 381. DOI: 10.3390/jof9030381

6. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria* // Mycological Progress. – 2016. – Vol. 15. – Art. 4. DOI: 10.1007/s11557-015-1144-x

7. *Alternaria* redefined // Studies in Mycology. – 2013. – Vol. 75. – P. 171–212. DOI: 10.3114/sim0015

8. Bioaerosols on the atmospheric super highway: an example of long distance transport of *Alternaria* spores from the Pannonian Plain to Poland // Science of the Total Environment. – 2022. – Vol. 819. – Art. 153148. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.153148

9. Environmental drivers of the seasonal exposure to airborne *Alternaria* spores in Spain // Science of the Total Environment. – 2022. – Vol. 823. – Art. 153596. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.153596

10. Fungal spores: a critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting // Critical Reviews in Toxicology. – 2009. – Vol. 28. – P. 799–864. DOI: 10.3109/10408440903307333

11. Airborne fungal fragments and allergenicity // Medical Mycology. – 2006. – Vol. 44, Suppl. 1. – P. 245–255. DOI: 10.1080/13693780600776308

12. Co-exposure to highly allergenic airborne pollen and fungal spores in Europe // Science of the Total Environment. – 2023. – Vol. 905. – Art. 167285. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.167285

13. Crop harvest in Denmark and Central Europe contributes to the local load of airborne *Alternaria* spore concentrations in Copenhagen // Atmospheric Chemistry and Physics. – 2012. – Vol. 12. – P. 11107–11123. DOI: 10.5194/acp-12-11107-2012

14. The long-term trends and seasonal variation of the aeroallergen *Alternaria* in Derby, UK // Aerobiologia. – 2001. – Vol. 17. – P. 127–136. DOI: 10.1023/A:1010876917512

15. Recommended terminology for aerobiological studies // Aerobiologia. – 2017. – Vol. 33. – P. 293–295. DOI: 10.1007/s10453-017-9496-0

16. A systematic review of outdoor airborne fungal spore seasonality across Europe and the implications for health // Science of the Total Environment. – 2022. – Vol. 818. – Art. 151716. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.151716

17. Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma // International Journal of Biometeorology. – 2001. – Vol. 45. – P. 64–74. DOI: 10.1007/s004840100087

18. Airborne *Alternaria* and Cladosporium fungal spores in Europe: forecasting possibilities and relationships with meteorological parameters // Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 653. – P. 938–946. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.419

19. The influence of meteorological parameters on *Alternaria* and *Cladosporium* fungal spore concentrations in Beja (Southern Portugal): preliminary results // Aerobiologia. – 2018. – Vol. 34. – P. 219–226. DOI: 10.1007/s10453-018-9508-8

20. Diagnostic value of Alt a 1, fungal enolase and manganese-dependent superoxide dismutase in the component-resolved diagnosis of allergy to Pleosporaceae // Clinical & Experimental Allergy. – 2011. – Vol. 41, № 3. – P. 443–451. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2010.03671.x

21. Predominant localization of the major *Alternaria* allergen Alt a 1 in the cell wall of airborne spores // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2012. – Vol. 129, № 4. – P. 1148–1149. DOI: 10.1016/j.jaci.2011.10.008

22. Alt a 1 from *Alternaria* interacts with PR5 thaumatin-like proteins // FEBS Letters. – 2014. – Vol. 588, № 9. – P. 1501–1508. DOI: 10.1016/j.febslet.2014.02.044

23. Going over fungal allergy: Alternaria alternata and its allergens // Journal of Fungi. – 2023. – Vol. 9, № 5. – P. 582. DOI: 10.3390/jof9050582

24. Characterisation of *Alternaria alternata* manganese-dependent superoxide dismutase: a cross-reactive allergen homologue to Asp f 6 // Immunobiology. – 2015. – Vol. 220, № 7. – P. 851–858. DOI: 10.1016/j.imbio.2015.01.006

25. Nonpathogenic, environmental fungi induce activation and degranulation of human eosinophils // Journal of Immunology. – 2005. – Vol. 175, № 8. – P. 5439–5447. DOI: 10.4049/jimmunol.175.8.5439

26. Chitin and its effects on inflammatory and immune responses // Clinical Reviews in Allergy & Immunology. – 2018. – Vol. 54, № 2. – P. 213–223. DOI: 10.1007/s12016-017-8600-0

27. Asthma-related environmental fungus *Alternaria* activates dendritic cells and produces potent Th2 adjuvant activity // Journal of Immunology. – 2009. – Vol. 182, № 4. – P. 2502–2510. DOI: 10.4049/jimmunol.0802773

28. The major glycoprotein allergen from Arachis hypogaea, Ara h 1, is a ligand of dendritic cell-specific ICAM-grabbing nonintegrin and acts as a Th2 adjuvant in vitro // Journal of Immunology. – 2006. – Vol. 177, № 6. – P. 3677–3685. DOI: 10.4049/jimmunol.177.6.3677

29. β-Glucan exacerbates allergic asthma independent of fungal sensitization and promotes steroid-resistant TH2/TH17 responses // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2017. – Vol. 139, № 1. – P. 54–65.e8. DOI: 10.1016/j.jaci.2016.02.031

30. Protease-dependent activation of epithelial cells by fungal allergens leads to morphologic changes and cytokine production // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2000. – Vol. 105, № 6. – P. 1185–1193. DOI: 10.1067/mai.2000.106210

31. *Alternaria*-derived serine protease activity drives IL-33-mediated asthma exacerbations // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2014. – Vol. 134, № 3. – P. 583–592.e6. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.02.002

32. Pediatric severe asthma with fungal sensitization is mediated by steroid-resistant IL-33 // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2015. – Vol. 136, № 2. – P. 312–322.e7. DOI: 10.1016/j.jaci.2015.01.016

33. *Alternaria* inhibits double-stranded RNA-induced cytokine production through Toll-like receptor 3 // International Archives of Allergy and Immunology. – 2013. – Vol. 161, № 1. – P. 75–83. DOI: 10.1159/000350365

34. *Alternaria alternata* accelerates loss of alveolar macrophages and promotes lethal influenza A infection // Viruses. – 2020. – Vol. 12, № 9. – P. 946. DOI: 10.3390/v12090946

UO'K 632.4

G'O'ZADAN AJRATILGAN *FUSARIUM* VA *ALTERNARIA* IZOLYATLARINING FITOTOKSIK FAOLLIGINI BAHOLASH

N.Sh.Azimova, PhD, kat.i.x., O'zR FA Mikrobiologiya instituti, Toshkent
I.M.Khalilov, b.f.d., O'zR FA Mikrobiologiya instituti, Toshkent
B.I.Turayeva, PhD, kat.i.x., O'zR FA Mikrobiologiya instituti, Toshkent
N.S.Xaytbayeva, q.x.f.d., kat.i.x. O'simliklar karantini va himoyasi ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent

Annotatsiya*. Ushbu maqolada g'o'zaning kasallangan ildiz, poya va barg qismlaridan ajratib olingan zamburug' izolyatlari kultural suyuqligining g'o'za chigitlariga fitotoksik ta'siri o'rganildi. Kultural va mikroskopik belgilari asosida ajratib olingan oltita izolyat Fusarium va Alternaria turkumlariga mansub ekanligi aniqlandi. Zamburug'lar kultural suyuqliklarning Sulton navi chigitlari unuvchanligi hamda nihollarning dastlabki o'sishiga ta'siri baholandi. Eng yuqori fitotoksik faollik Fusarium sp. 1 izolyatida kuzatilib, uning kultural suyuqligi ta'sirida chigitlarning unishi to'liq ingibirlandi. Alternaria sp. 1 va Fusarium sp. 28 variantlarida unmagan chigitlar ulushi 46,6%, Fusarium sp. 34 da 33,3% ni tashkil etdi. Fusarium sp. 2 va Fusarium sp. 34 IM izolyatlarida ushbu ko'rsatkich 26,6% bo'lgan bo'lsa-da, ular nihollarning ildiz va poya o'sishini sezilarli darajada susaytirdi. Olingan natijalar g'o'za bilan assotsiatsiyalangan Fusarium va Alternaria izolyatlarining fitotoksik faolligi izolyatga bog'liq ravishda farq qilishini ko'rsatdi.*

Kalit so'zlar: g'o'za, *Gossypium hirsutum L., Fusarium, Alternaria, zamburug' izolyatlari, kultural suyuqlik, fitotoksik faollik, chigit unuvchanligi.*

Аннотация. *В данной работе изучено фитотоксическое действие культуральных жидкостей изолятов грибов, выделенных из поражённых корней, стеблей и листьев хлопчатника, на семена хлопчатника. На основании культуральных и микроскопических признаков установлено, что шесть выделенных изолятов относятся к родам Fusarium и Alternaria. Оценено влияние культуральных жидкостей грибов на всхожесть семян хлопчатника сорта Султон и начальный рост проростков. Наиболее высокая фитотоксическая активность отмечена у изолята Fusarium sp. 1, под воздействием культуральной жидкости которого прорастание семян полностью ингибировалось. В вариантах с Alternaria sp. 1 и Fusarium sp. 28 доля непроросших семян составила 46,6%, а с Fusarium sp. 34 — 33,3%. У изолятов Fusarium sp. 2 и Fusarium sp. 34 IM данный показатель составил 26,6%; при этом их культуральные жидкости существенно подавляли рост корней и побегов проростков. Полученные результаты показали, что фитотоксическая активность ассоциированных с хлопчатником изолятов Fusarium и Alternaria различается в зависимости от изолята.*

Ключевые слова: *хлопчатник, Gossypium hirsutum L., Fusarium, Alternaria, изоляты грибов, культуральная жидкость, фитотоксическая активность, всхожесть семян.*

Abstract. *This study investigated the phytotoxic effects of culture filtrates of fungal isolates obtained from diseased roots, stems, and leaves of cotton plants on cotton seeds. Based on cultural and microscopic characteristics, six isolates were identified as belonging to the genera Fusarium and Alternaria. The effects of the fungal culture filtrates on seed germination and early seedling growth*

of the cotton cultivar Sulton were evaluated. The highest phytotoxic activity was observed for Fusarium sp. 1, whose culture filtrate completely inhibited seed germination. In the treatments with Alternaria sp. 1 and Fusarium sp. 28, the proportion of non-germinated seeds was 46.6%, whereas it was 33.3% for Fusarium sp. 34. For Fusarium sp. 2 and Fusarium sp. 34 IM, the proportion of non-germinated seeds was 26.6%; however, their culture filtrates markedly inhibited root and shoot growth of the seedlings. The results demonstrated that the phytotoxic activity of Fusarium and Alternaria isolates associated with cotton varied among isolates.

Key words: *cotton, Gossypium hirsutum L., Fusarium, Alternaria, fungal isolates, culture filtrate, phytotoxic activity, seed germination.*

Kirish. G‘o‘za (*Gossypium hirsutum* L.) yetishtirishda zamburug‘lar keltirib chiqaradigan kasalliklar o‘simlikning vegetatsiyasi va hosildorligiga ta’sir etuvchi muhim biotik omillardan hisoblanadi. G‘o‘za bilan assotsiatsiyalangan mikromitsetlar orasida *Fusarium* va *Alternaria* turkumlari alohida o‘rin tutadi [1]. Biroq ushbu turkum vakillari o‘simlik to‘qimalarida faqat fitopatogen sifatida emas, balki endofit yoki saprotrof holda ham uchrashi mumkin. Jin et al. [2] sog‘lom g‘o‘za o‘simliklarining ildiz va poya to‘qimalaridan 93 ta endofit zamburug‘ izolyatini ajratib, ular orasida *Fusarium* va *Alternaria* eng ko‘p uchraydigan turkumlar bo‘lib, jami izolyatlarning 19,4%ini tashkil etganini aniqlagan *[2]*.

Fusarium turkumi vakillari g‘o‘za mikobiotasida keng tarqalgan bo‘lib, ular orasida fitopatogenligi va fitotoksik xususiyatlari bo‘yicha bir-biridan farq qiluvchi izolyatlar mavjud. Zhang et al. [3] tashqi kasallik belgilari bo‘lmagan g‘o‘za nihollari ildizlaridan ajratib olingan 97 ta Fusarium izolyatlaridan 11 ta F. solani va 3 ta F. oxysporum izolyati g‘o‘zaga nisbatan patogenlik xususiyatini namoyon qilgan. Shu bilan birga, ayrim nopatogen izolyatlarning kultura muhitida fitotoksik moddalar hosil qilishi kuzatilgan [3]. Demak, g‘o‘zadan ajratilgan Fusarium izolyatlarini baholashda ularning taksonomik mansubligi bilan bir qatorda biologik xususiyatlarini ham alohida o‘rganish zarur.

O‘zbekiston sharoitida ham g‘o‘za bilan assotsiatsiyalangan *Fusarium* turlari uzoq yillar davomida o‘rganib kelingan. Khasanov et al. [4] O‘zbekistonda ekinlardan ajratilgan *Fusarium* turlari bo‘yicha ma’lumotlarni umumlashtirib, g‘o‘zada ushbu turkumning ko‘plab vakillari qayd etilganini ko‘rsatgan.

Alternaria turkumi vakillari ham g‘o‘za bilan assotsiatsiyalangan mikromitsetlar qatoriga kiradi. Ular sog‘lom to‘qimalarda endofit sifatida uchrashi mumkinligi bilan bir qatorda [2], ayrim izolyatlari fitopatogenlik xususiyatiga ega. Olmez et al. [5] g‘o‘zada barg dog‘lanishi bilan zararlangan o‘simliklardan *A. alternata* ni ajratib, uni morfologik va molekular usullarda identifikatsiya qilgan. Sog‘lom g‘o‘za o‘simliklarini sun’iy zararlantirish natijasida xarakterli kasallik belgilari qayta hosil qilinib, zamburug‘ zararlangan to‘qimalardan qayta ajratib olingan. Ushbu natijalar *Alternaria* turkumi vakillarining g‘o‘za uchun fitopatologik ahamiyatini ko‘rsatadi [5].

Fusarium va *Alternaria* turkumlarining fitopatologik ahamiyati ularning o‘simlik to‘qimalarini kolonizatsiya qilishi bilangina cheklanmaydi. Ushbu zamburug‘lar turli ikkilamchi metabolitlarni sintez qilib, ularning ayrimlari o‘simliklar uchun fitotoksik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Zamburug‘lardan ajratilgan fitotoksik birikmalar orasida urug‘larning unishini pasaytiruvchi, ildiz va poyacha o‘sishini susaytiruvchi hamda yosh o‘simlik to‘qimalarida nekrotik o‘zgarishlarni keltirib chiqaruvchi metabolitlar aniqlangan [6], Wheeler et al. [7].

Shu o‘rinda zamburug‘ning fitotoksik xususiyati bilan uning patogenligini bir xil tushuncha sifatida qabul qilmaslik muhim. Kultural suyuqlik yoki zamburug‘ metabolitlari ta’sirida chigit unuvchanligining pasayishi va ildizcha yoki poyacha o‘sishining ingibirlanishi izolyatning fitotoksik potensialini ko‘rsatadi, ammo uning tirik o‘simlikda kasallik qo‘zg‘atish qobiliyatini to‘liq isbotlamaydi. Zhang et al. [3] ham g‘o‘za ildizlaridan ajratilgan ayrim nopatogen *Fusarium* izolyatlari kultura muhitida fitotoksik moddalar hosil qilishi mumkinligini ko‘rsatgan. Shuning uchun chigitlar asosida o‘tkaziladigan biotestlar mahalliy izolyatlarning fitotoksik faolligini qiyosiy baholash va keyingi tadqiqotlar uchun yuqori faol izolyatlarni tanlab olishd hamda keyinchalik ularning

taksonomik o‘rni va patogenlik xususiyatlarini molekular va fitopatologik usullarda chuqurroq o‘rganish uchun muhim dastlabki bosqich hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi — g‘o‘zaning ildizi, poyasi va bargidan ajratib olingan zamburug‘ izolyatlarini kultural-morfologik belgilari asosida identifikatsiya qilish hamda ularning mahalliy g‘o‘za navi chigitlarining unishi va dastlabki rivojlanishiga ta’sirini baholash orqali fitotoksik xususiyatlarini aniqlash.

Tadqiqot usullari va materiallari. Sirdaryo viloyati Guliston tumanidan keltirilgan Sulton navli shonalash davridagi barg dog‘lanishi, ildiz chirish, o‘sishdan orqada qolish kabi kasallik belgilari bo‘lgan paxta ko‘chat namunalari laboratoriyaga olib kelindi. Ko‘chatlar vodoprovod oqar suvida yuvilib, tuproq qoldiqlaridan tozalandi. So‘ngra 70% li etil spirti yordamida tashqi mikrofloradan tozalandi. Steril distillangan suvda 4-5 marta takroriy yuvildi va aseptik sharoitda steril filtr qog‘ozining ustida quritildi. Kasallangan o‘simlik qismlaridan 0,6-1,0 sm o‘lchamli bo‘laklar kesilib Chapek agar muhiti solingan petri likoplariga joylashtirildi. Namunalar 25 °C haroratda 7 kungacha inkubatsiya qilindi. Alohida o‘sgan zamburug‘ koloniyalarini ushbu ozuqa muhitiga takror ekish orqali zamburug‘ izolyatlarining sof kulturasi ajratib olindi. Zamburug‘larning mikroskopik ko‘rinishi N-300M (UCMOSO9000KPB markali mikroskop yordamida aniqlandi.

Zamburug‘lar Chapek suyuq ozuqa muhitida 25 °C haroratda 160 aylanish/min chayqatgichda 14 kun davomida o‘stirildi. Kultural suyuqlikda g‘o‘za chigitlari uchun toksiklik xususiyatini namoyon qilishi mumkin bo‘lgan moddalarning hosil bo‘lganligini aniqlash uchun biomassa filtrlash yo‘li bilan ajratib olindi.

Zamburug‘lar kultural suyuqligining fitotoksik ta’sirini baholash uchun Sulton navli g‘o‘za chigitlari zamburug‘lar kultural suyuqligiga 24 soat davomida ivitib qo‘yildi. Har bir variant uchun jami 15 ta sog‘lom Sulton navi g‘o‘za chigiti olinib, har birida 5 tadan chigit bo‘lgan uchta Petri likopiga joylashtirildi. Tajriba uch takrorda o‘tkazildi. Nazorat uchun sterilizatsiya qilingan suyuq Chapek ozuqa muhiti qo‘llanildi.

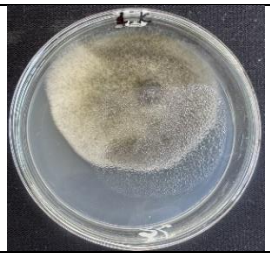
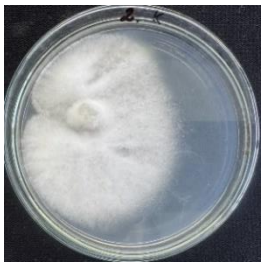
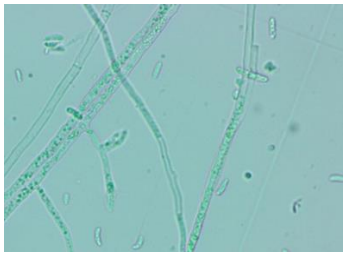
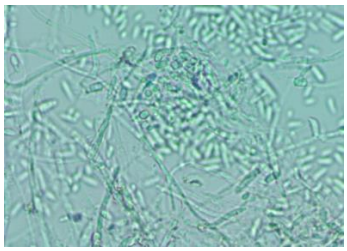
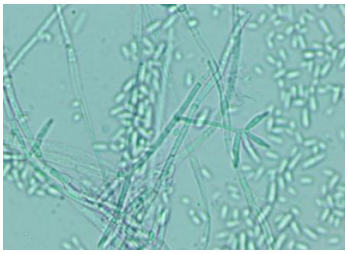
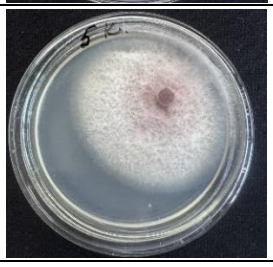
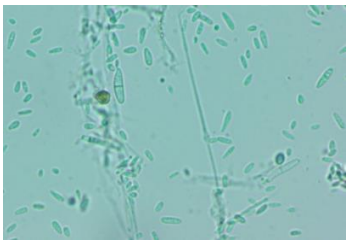
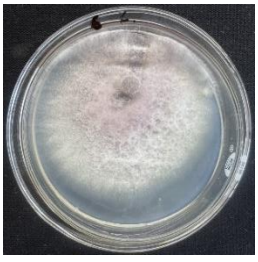
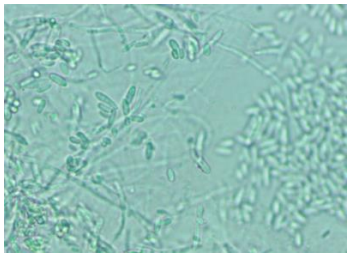
24 soat davomida ivitilgan urug‘lar Petri likopchasidagi nam kameralarda 25 °C haroratda undirishga qo‘yildi. Tajriba 8 kun davom ettirildi. Zamburug‘ning fitotoksinlar hosil qilish xususiyati urug‘ning unuvchanlik qobiliyatini pasaytirishi, poya va ildizning o‘sishdan orqada qolishi bilan belgilandi. Fitotoksin hosil qiluvchi turlar qatoriga, nazoratga nisbatan 30% ga urug‘ning unish qobiliyatini pasaytiradigan, o‘sishini orqada qoldiradigan turlar kiritildi [8].

Statistik tahlil. Barcha tajribalar uchta mustaqil takrorda o‘tkazildi. Olingan natijalar o‘rtacha qiymat va standart og‘ish (M ± SD) ko‘rinishida ifodalandi. Ma’lumotlarga statistik ishlov berish Microsoft Excel (Analysis ToolPak) dasturiy paketi yordamida bir omilli dispersion tahlil (One-way ANOVA) usulida amalga oshirildi. Variantlar o‘rtasidagi farqlar $p < 0,05$ bo‘lganda statistik jihatdan ahamiyatli deb qabul qilindi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Tadqiqot etilgan kasallangan g‘o‘za ko‘chati namunalaridan 6 ta zamburug‘ning sof kulturalari ajratib olindi. Ularni koloniyasining morfologiyasi va mikroskopik tuzilishini o‘rganish hamda aniqlagichlar asosida *Fusarium* [9] va *Alternaria* turkumlariga mansub [10] ekanligi aniqlandi. *Alternaria* sp. 1. izolyati koloniyasi nisbatan to‘q rangli, kulrang- qo‘ng‘ir tusdagi mitseliy hosil qilishi bilan ajralib turdi. Mikroskopik kuzatishlarda septali mitseliy hamda qo‘ng‘ir tusli, ko‘ndalang va bo‘ylama septalarga ega konidiyalar kuzatildi. Konidiyalarning shakli oval-ellipssimondan cho‘zinchoq shaklgacha bo‘lib, ayrimlarida uch qismi torayganligi ko‘rindi. Ushbu belgilar *Alternaria* turkumi uchun xos bo‘lgan pigmentlangan, ko‘p hujayrali va ko‘ndalang hamda bo‘ylama septali konidiyalar morfologiyasiga mos keladi [10]. *Fusarium* turkumiga kiritilgan izolyatlarda koloniyalar yaxshi rivojlangan havo mitseliysi hosil qilishi, oqishdan pushti va binafsha tuslargacha bo‘lgan pigmentatsiyaning kuzatilishi bilan xarakterlandi. Mikroskopik tahlilda septali mitseliy hamda *Fusarium* turkumi uchun xos bo‘lgan cho‘zinchoq, biroz egilgan, o‘roqsimon shakldagi va bir nechta ko‘ndalang septalarga ega makrokonidiyalar kuzatildi. Ayrim izolyatlarda mayda, oval yoki ellipssimon mikrokonidiyalar ham qayd etildi. Ushbu belgilar *Fusarium* turkumi vakillari uchun keltirilgan asosiy morfologik diagnostik xususiyatlarga mos keladi [9] (1-jadval).

1-jadval

Kasallangan g‘o‘za o‘simliklaridan ajratib olingan zamburug‘ izolyatlarining kultural-morfologik belgilari va kultural suyuqligining chigitlarga ta’siri

№	Zamburug‘ izolyatlari ajratib olingan o‘simlik qismi va izolyat nomi	Koloniyasining ko‘rinishi	Mikroskopik tuzilishi	Chigitlarning unuvchanligiga fitotoksik ta’siri
1	Paxta ildizi *Alternaria* sp.1			
2	Paxta poyasi *Fusarium* sp.2			
3	Paxta ildizi *Fusarium* sp.34			
4	Paxta ildizi *Fusarium* sp.1			
5	Paxta bargi *Fusarium* sp.34 IM			
6	Paxta ildizi *Fusarium* sp.28			

7	Nazorat	-	-	

G‘o‘zaning turli organlaridan ajratib olingan *Alternaria* va *Fusarium* izolyatlari kultural suyuqligining chigitlar unuvchanligi va nihollarning dastlabki o‘sishiga ta’siri o‘rganildi (1-jadval). Nazorat variantida 15 ta chigitning barchasi unib, unuvchanlik 100% ni tashkil etdi. Nazoratda poya uzunligi 22,3 mm, ildiz uzunligi esa 54,7 mm bo‘ldi.

Alternaria sp. 1 kultural suyuqligi ta’sirida 15 ta chigitdan 8 tasi unib, 7 tasi (46,6%) unmadi. Ungan nihollarda poya va ildiz uzunligi mos ravishda 19,8 va 16,7 mm ni tashkil etdi.

Fusarium sp. 2 variantida 15 ta chigitdan 11 tasi unib, unmagan chigitlar ulushi 26,6% ni tashkil qildi. Ushbu variantda poya uzunligi 8,8 mm, ildiz uzunligi 21,7 mm bo‘ldi.

Fusarium sp. 34 kultural suyuqligi bilan ishlov berilgan variantda 10 ta chigit unib, 5 ta chigit unmadi. Unmagan chigitlar ulushi 33,3% ni tashkil etdi. Nihollarning poya uzunligi 22,1 mm, ildiz uzunligi esa 24,5 mm bo‘ldi.

Tajriba variantlari orasida chigitlar unuvchanligiga eng kuchli ta’sir *Fusarium* sp. 1 izolyatida qayd etildi. Uning kultural suyuqligi ta’sirida 15 ta chigitning birortasi ham unmadi. Shu sababli mazkur variantda poya va ildiz uzunligi aniqlanmadi.

Fusarium sp. 34 IM variantida 15 ta chigitdan 11 tasi unib, 4 tasi unmadi, ya’ni unmagan chigitlar ulushi 26,6% ni tashkil qildi. Ungan nihollarning poya uzunligi 14,0 mm, ildiz uzunligi 18,0 mm bo‘ldi.

Fusarium sp. 28 kultural suyuqligi ta’sirida 15 ta chigitdan 8 tasi unib, unmagan chigitlar ulushi 46,6% ni tashkil etdi. Bu variantda poya uzunligi 20,5 mm, ildiz uzunligi 17,4 mm bo‘ldi.

Shunday qilib, o‘rganilgan izolyatlar orasida chigitlar unuvchanligining eng yuqori pasayishi *Fusarium* sp. 1 kultural suyuqligi ta’sirida kuzatilib, unmagan chigitlar ulushi 100% ni tashkil etdi. Keyingi yuqori ko‘rsatkichlar *Alternaria* sp. 1 va *Fusarium* sp. 28 variantlarida — 46,6%, *Fusarium* sp. 34 da — 33,3% ni tashkil qildi. *Fusarium* sp. 2 va *Fusarium* sp. 34 IM variantlarida ushbu ko‘rsatkich 26,6% bo‘ldi. Shu bilan birga, barcha kultural suyuqliklar nazoratga nisbatan ildiz o‘sishini turli darajada pasaytirdi (2-jadval).

2-jadval

***Fusarium* va *Alternaria* izolyatlari kultural suyuqligining g‘o‘za chigitlari unuvchanligi va nihollarning o‘sishiga ta’siri**

T/r	Shtamm	**Jami ekilgan chigitlar soni, dona**	**Shundan unib chiqqan chigitlar soni, dona**	**Shundan unib chiqmagan chigitlar, %**	**Poya uzunligi, mm**	**Ildiz uzunligi, mm**
1.	*Alternaria* sp. 1	15	8	46,6%	19,8±1,2	16,7±1,2
2.	*Fusarium* sp. 2	15	11	26,6%	8,8±0,4	21,7±1,5
3.	*Fusarium* sp. 34	15	10	33,3%	22,1±1,5	24,5±1,2
4.	*Fusarium* sp. 1	15	0	100%	-	-
5.	*Fusarium* sp. 34 IM	15	11	26,6%	14±1,1	18±0,8
6.	*Fusarium* sp. 28	15	8	46,6%	20,5±1,6	17,4±1,0
7.	Nazorat	15	15	-	22,3±0,8	54,7±2,3

Olingan natijalar *Fusarium* va *Alternaria* izolyatlari kultural suyuqligining g‘o‘za chigitlari unishi va nihollarning dastlabki rivojlanishiga ta’siri izolyatga qarab farq qilishini ko‘rsatdi. Bunday farqlar izolyatlarning kultura muhitida turli biologik faol ikkilamchi metabolitlarni hosil qilish xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. *Fusarium* va *Alternaria* turkumi vakillarining kimyoviy tuzilishi va biologik faolligi turlicha bo‘lgan ko‘p sonli ikkilamchi metabolitlarni sintez qilishi, jumladan ular orasida fitotoksik ta’sirga ega birikmalar mavjudligi adabiyotlarda qayd etilgan [11, 12, 6, 13].

Tajribada eng yuqori fitotoksik ta'sir *Fusarium* sp. 1 izolyatida kuzatildi: uning kultural suyuqligi chigitlarning unishini to'liq to'xtatdi. Bu holat mazkur izolyat kultural suyuqligida chigit unishi bilan bog'liq fiziologik jarayonlarni kuchli ingibirlovchi metabolitlar mavjud bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Alternaria sp. 1 va *Fusarium* sp. 28 izolyatlarida chigitlarning 46,6%i unmagan bo'lsa, *Fusarium* sp. 34 da bu ko'rsatkich 33,3% ni tashkil etdi, foydalanilgan metodga [8] asosan fitotoksik faollikka ega deb baholandi. Zamburug'larning fitotoksik ikkilamchi metabolitlari urug' unishi, ildiz va poya o'sishi hamda boshqa fiziologik jarayonlarga turlicha ta'sir ko'rsatishi mumkinligi zamonaviy sharhlarda ham qayd etilgan (Xu et al., 2021). Biroq mazkur tadqiqot natijalari o'rganilgan zamburug' izolyatlari kultural suyuqliklaridagi fitotoksik ta'sirga mas'ul birikmalarni aniqlash hamda ushbu izolyatlarning g'o'za nihollariga nisbatan patogenlik xususiyatlarini in vivo sharoitida baholash bo'yicha keyingi tadqiqotlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Kelgusida fitotoksik metabolitlarni ajratish va identifikatsiya qilish, shuningdek, izolyatlarning patogenligini in vivo sharoitida o'rganish ularning g'o'za bilan o'zaro munosabati va fitopatologik ahamiyatini yanada aniqroq baholash imkonini beradi.

Xulosa. O'tkazilgan tadqiqotlar g'o'zadan ajratib olingan *Fusarium* va *Alternaria* turkumiga mansub zamburug' izolyatlarining kultural suyuqligi chigitlarning unuvchanligi va nihollarning dastlabki rivojlanishiga turlicha fitotoksik ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Eng yuqori fitotoksik faollik *Fusarium* sp. 1 izolyatida qayd etildi: uning kultural suyuqligi ta'sirida chigitlarning unishi to'liq ingibirlandi. *Alternaria* sp. 1 va *Fusarium* sp. 28 izolyatlari ta'sirida unmagan chigitlar ulushi 46,6%, *Fusarium* sp. 34 da esa 33,3% ni tashkil etdi.

Fusarium sp. 2 va *Fusarium* sp. 34 IM izolyatlarida chigit unuvchanligining pasayishi 30%lik mezondan past (26,6%) bo'lsa-da, ular nihollarning keyingi rivojlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi.

Olingan natijalar mahalliy *Fusarium* va *Alternaria* izolyatlari orasida fitotoksik faolligi yuqori bo'lgan izolyatlar mavjudligini ko'rsatadi. Ayniqsa, *Fusarium* sp. 1, *Alternaria* sp. 1, *Fusarium* sp. 28 va *Fusarium* sp. 34 izolyatlari keyingi tadqiqotlar uchun istiqbolli obyektlar sifatida tanlab olinishi mumkin. Ularning taksonomik mansubligini molekular usullarda tasdiqlash, kultural suyuqlik tarkibidagi fitotoksik metabolitlarni aniqlash va g'o'za o'simliklarida in vivo sharoitida patogenlik xususiyatlarini baholash keyingi tadqiqotlarning muhim yo'nalishi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Mammadova, Fidan; Nagıyeva, Sema. Mycobiota of cotton (*Gossypium hirsutum* l.) cultivated in the aran karabakh region (azerbaijan): taxonomic diversity and ecolotrophic structure / German International Journal of Modern Science / Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft, 2026, n. 124, p. 5, doi. 10.5281/zenodo.19187569

2. Jin L., Yang L., Li W., Xu D., Yang N., Li G., Wan P. Diversity and Biocontrol Potential of Culturable Endophytic Fungi in Cotton. Frontiers in Microbiology, 12, 698930. 2021. DOI: 10.3389/fmicb.2021.698930.

3. Zhang J., Howell C.R., Starr J.L., Wheeler M.H. Frequency of isolation and the pathogenicity of Fusarium species associated with roots of healthy cotton seedlings. Mycological Research, 100(6), 1996. 747–752. DOI: 10.1016/S0953-7562(96)80209-7.

4. Khasanov B.A., Sherimbetov A.G., Adilov B.S., Khakimov A.A. Crop Diseases in Uzbekistan Caused by the Species of the Genus Fusarium: An Overview. In: Fusarium – Recent Studies. IntechOpen. 2023. DOI: 10.5772/intechopen.1003121.

5. Olmez S., Mutlu N., Kaba A. First Report of Alternaria alternata Causing Leaf Spot Diseases of Cotton in Türkiye. Plant Disease, 107(10), 2023. 3296. DOI: 10.1094/PDIS-04-23-0724-PDN.

6. Xu D., Xue M., Shen Z., Jia X., Hou X., Lai D., Zhou L. Phytotoxic Secondary Metabolites from Fungi. Toxins, 13(4), 2021. 261. DOI: 10.3390/toxins13040261.

7. Wheeler M.H., Stipanovic R.D., Puckhaber L.S. Phytotoxicity of equisetin and epi-equisetin isolated from Fusarium equiseti and F. pallidoroseum. Mycological Research, 103(8), 1999. 967–973. DOI: 10.1017/S0953756298008119.

8. Берестецкий О.А.Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль//Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. Л.: Наука. 1978. С. 7-30.

9. Leslie J.F., Summerell B.A. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing. 2006. 388 p. DOI: 10.1002/9780470278376.

9. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода Alternaria : методическое пособие / Ф.Б. Ганнибал ; под ред. М.М. Левитина. — Санкт-Петербург : ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. — 70 с.

10. Mingzhu Li, Ronglu Yu, Xuelian Bai, Hong Wang, Huawei Zhang; Fusarium: a treasure trove of bioactive secondary metabolites. Natural Product Reports. 2020; 37 (12): 1568–1588. https://doi.org/10.1039/d0np00038h

11. Wei J, Wu B. Chemistry and bioactivities of secondary metabolites from the genus Fusarium. Fitoterapia. 2020 Oct;146:104638. doi: 10.1016/j.fitote.2020.104638.

12. Zhao S., Li J., Liu J., Xiao S., Yang S., Mei J., Ren M., Wu S., Zhang H., Yang X. Secondary metabolites of Alternaria: A comprehensive review of chemical diversity and pharmacological properties. Frontiers in Microbiology, 2023.13: 1085666. DOI: 10.3389/fmicb.2022.1085666.

UO'K 633.88:581.5

STEVIA REBAUDIANA BERTONI O'SIMLIGINING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

A.M.Begmatov, dots., Termiz davlat universiteti, Termiz
S.A.Ro'ziyeva, magistrant, Termiz davlat universiteti, Termiz

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Stevia rebaudiana Bertoni o'simligining Surxondaryo viloyati sharoitidagi bioekologik xususiyatlari o'rganildi. Tadqiqotlar davomida o'simlikning ontogenezi, fenologik rivojlanish bosqichlari, urug'larining unuvchanligi, vegetativ va generativ organlarining shakllanishi hamda gullash biologiyasi tahlil qilindi. Olingan natijalarga ko'ra, S. rebaudiana Surxondaryo sharoitida birinchi vegetatsiya yilidayoq generativ davrga o'tishi, sentabr oyida gullashi va 84–92 kun davomida gullab turishi aniqlandi. Laboratoriya sharoitida urug'larning unuvchanligi 41±2,8 % ni tashkil etdi. O'simlikning introduksion imkoniyatlari yuqori bo'lib, uni dorivor va oziq-ovqat sanoati uchun istiqbolli ekin sifatida yetishtirish mumkinligi asoslandi.*

Kalit so'zlar: *Stevia rebaudiana, introduksiya, ontogenez, fenologiya, steviozid, generativ davr, gullash biologiyasi, urug' unuvchanligi.*

Аннотация. *В статье изучены биоэкологические особенности Stevia rebaudiana Bertoni в условиях Сурхандарьинской области. В ходе исследований проанализированы онтогенез растения, фенологические фазы развития, всхожесть семян, формирование вегетативных и генеративных органов, а также особенности цветения. Установлено, что в условиях Сурхандарьи S. rebaudiana уже в первый год вегетации переходит к генеративному периоду, начинает цвести в сентябре и сохраняет цветение в течение 84–92 дней. Всхожесть семян в лабораторных условиях составила 41±2,8 %. Полученные результаты свидетельствуют о высокой интродукционной перспективности вида и возможности его широкого использования в качестве лекарственной и пищевой культуры.*

Ключевые слова: *Stevia rebaudiana, интродукция, онтогенез, фенология, стевиозид, генеративный период, биология цветения, всхожесть семян.*

Abstract. *This article presents the bioecological characteristics of Stevia rebaudiana Bertoni under the environmental conditions of the Surkhandarya region. The study investigated plant ontogenesis, phenological development stages, seed germination, formation of vegetative and generative organs, and flowering biology. The results showed that S. rebaudiana entered the generative stage during the first year of vegetation, started flowering in September, and maintained flowering for 84–92 days. Seed germination under laboratory conditions reached 41±2.8%. The findings indicate a high introduction potential of the species and confirm its prospects as a valuable medicinal and food crop in the region.*

Key words: *Stevia rebaudiana, introduction, ontogenesis, phenology, stevioside, generative stage, flowering biology, seed germination.*

Kirish. Hozirgi kunda jamiyatimizning jadal rivojlanish bosqichida aholi farovonligini oshirish, inson salomatligini mustahkamlash hamda ekologik xavfsiz oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishni kengaytirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu borada o'simlik xomashyolaridan oziq-ovqat, farmatsevtika, tibbiyot va kosmetologiya sohalarida samarali foydalanish, biologik faol moddalarga boy bo'lgan istiqbolli o'simlik turlarini aniqlash va ularni madaniylashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, tarkibida inson organizmi uchun foydali bo'lgan biologik faol birikmalarni saqlovchi dorivor o'simliklarni yetishtirish va ulardan oqilona foydalanish aholining sog'lig'ini saqlash, dori vositalari ishlab chiqarishni mahalliy xomashyo hisobiga kengaytirish hamda import o'rnini bosuvchi mahsulotlar hajmini oshirishga xizmat qiladi.

O‘zbekiston Respublikasida dorivor o‘simliklarni yetishtirish, qayta ishlash va ulardan amaliyotda foydalanishni rivojlantirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 20-maydagi “Dorivor o‘simliklarni madaniy holda yetishtirish va qayta ishlash hamda davolashda ulardan keng foydalanishni tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ–251-son qarorida dorivor o‘simliklarni madaniy holda yetishtirishni kengaytirish, ularning sanoat plantatsiyalarini tashkil etish, qayta ishlash korxonalarini rivojlantirish, ilmiy tadqiqotlarni qo‘llab-quvvatlash hamda aholi salomatligini mustahkamlashda dorivor o‘simliklardan keng foydalanish bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Qarorda dorivor o‘simliklar xomashyosini yetishtirish hajmini oshirish, eksportbop mahsulotlar ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish, sohaga zamonaviy agrotexnologiyalarni joriy etish va ilm-fan hamda ishlab chiqarish integratsiyasini kuchaytirish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan.

So‘nggi yillarda oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida qo‘llaniladigan sun’iy shirinlashtiruvchilar o‘rniga tabiiy, inson salomatligi uchun xavfsiz bo‘lgan shirin ta’m beruvchi manbalardan foydalanishga qiziqish tobora ortib bormoqda. Bunday istiqbolli o‘simliklardan biri Stevia rebaudiana Bertoni hisoblanadi. Ushbu o‘simlik barglari tarkibida yuqori shirinlik xususiyatiga ega bo‘lgan steviol glikozidlari, jumladan steviozid moddasi mavjud bo‘lib, u tabiiy shirinlashtiruvchi sifatida keng qo‘llaniladi. AQSh, Fransiya, Janubiy Koreya, Kanada, Rossiya, Ukraina va Xitoy kabi mamlakatlarda S. rebaudiana barglari tarkibidagi 6–7 % stevioziddan bir necha o‘n yillar davomida qandolatchilik mahsulotlari, turli ichimliklar, konservalangan mahsulotlar hamda parhezbop oziq-ovqatlar ishlab chiqarishda foydalanib kelinmoqda. Bundan tashqari, o‘simlikning biologik faol moddalari farmatsevtika sanoatida ham qo‘llanilib, ayrim kasalliklarning oldini olish va davolashda ijobiy natijalar berayotgani qayd etilgan [1,4].

Steviozid – *S. rebaudiana* bargining asosiy shirin ta’m beruvchi birikmasi bo‘lib, uning tarkibida mutagen va kanserogen moddalarning yo‘qligi aniqlangan va shu boisdan sog‘liqni saqlash tashkilotlari tomonidan stevioziddan keng miqyosda foydalanish uchun ruxsat berilgan[2,3].

Stevia rebaudiana Bertoni o‘zining yuqori shirinlik xususiyati, biologik faol moddalarga boyligi hamda inson salomatligi uchun xavfsizligi bilan alohida ahamiyat kasb etadi. Dunyoning ko‘plab mamlakatlarida steviya oziq-ovqat, farmatsevtika va parhezbop mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llanilayotganligi uning iqtisodiy va amaliy qiymatini yanada oshirmoqda. Respublikamizda sog‘lom turmush tarzini rivojlantirish, qandli diabet va ortiqcha vazn bilan bog‘liq kasalliklarning oldini olish hamda mahalliy xomashyo bazasini kengaytirish nuqtai nazaridan steviya istiqbolli ekinlardan biri hisoblanadi.

O‘zbekistonning tuproq-iqlim sharoitlari turli introduksion o‘simliklarni moslashtirish va madaniylashtirish imkoniyatlariga ega bo‘lib, bu borada S. rebaudiana ning biologik va ekologik xususiyatlarini chuqur o‘rganish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mazkur o‘simlik tabiiy holda tropik va subtropik mintaqalarda tarqalgan bo‘lsa-da, uni mamlakatimizning turli agroiqlim hududlarida yetishtirish texnologiyalarini ishlab chiqish, o‘sishi va rivojlanishiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash hamda mahalliy sharoitga mos agrotexnik tadbirlarni takomillashtirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Kelgusida Stevia rebaudiana ni O‘zbekiston sharoitida keng joriy etish nafaqat aholini tabiiy shirinlashtiruvchi mahsulotlar bilan ta’minlashga, balki farmatsevtika sanoati uchun qimmatli xomashyo bazasini yaratishga, import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirishga ham xizmat qiladi. Shu jihatdan, tropik mintaqa vakili bo‘lgan ushbu o‘simlikni mahalliy sharoitda madaniylashtirish va uning introduksion imkoniyatlarini baholash ilmiy hamda amaliy nuqtai nazardan muhim ahamiyat kasb etadi.

Material va metodlar. Introduksiya sharoitida *S. rebaudiana* ning ontogenezi T.A. Rabotnov[6], urug‘larning unib chiqish biologiyasi va nihollarning shakllanishi I.G. Serebryakov[7] bo‘yicha o‘rganildi. O‘simlikning morfobiologik xususiyatlari ontogenezda o‘simlikning 10 ta nusxasi asosida o‘rganildi. *S. rebaudiana* ning morfologik belgilari: ildiz, poya, gul, to‘pguli, urug‘, meva tuzilishlari o‘rganildi. Surxondaryo viloyati sharoitida Stevia rebaudiana Bertoni o‘simligining fenologik rivojlanish bosqichlari ustidan kuzatishlar G.E. Shuls [8] metodikasi asosida olib borildi. Olingan natijalar asosida I.N. Beydeman [5] usuli bo‘yicha fenospektr tuzildi.

Natijalar muhokamasi. Introduksiya qilingan ayrim hududlarda *S. rebaudiana* ning generativ rivojlanishga o‘tishi kuzatilgan. Jumladan, Ukraina sharoitida o‘simlik sentabr–oktabr oylarida, ayrim hollarda esa iyul–avgust oylarida gullab, bir tupdagi gullash davri 1,5–2 oy davom etgan. Havo harorati 7–9 °C ga pasayganda yalpi gullash kuzatilgan bo‘lsa-da, bunday sharoitda urug‘larning to‘liq pishib yetilmasligi aniqlangan. O‘simlik introduksiyasidagi asosiy muammolardan biri urug‘larning past unuvchanligi va saqlash davomida unuvchanlik qobiliyatining tez pasayishidir. Shu sababli dunyo amaliyotida uni asosan vegetativ va *in vitro* usullar orqali ko‘paytirish yo‘lga qo‘yilgan. Tadqiqotlar vegetativ hamda *in vitro* usulda olingan o‘simliklarning genetik barqarorligini saqlab qolishini, barglaridagi glikozidlar miqdori va o‘sish sur’atlarida sezilarli farq kuzatilmasligini ko‘rsatgan. Introduksiya qilingan hududlarda qish mavsumidagi past haroratlar ta’sirida ildiz tizimining zararlanishi va muzlashi kuzatilishi sababli o‘simliklarni saqlash maqsadida kuzda yer ustki qismi o‘rib olinib, ildizlari qazib olinib maxsus sharoitlarda saqlanadi[1]. T.A. Rabotnov[3] tasnifi asosida *S. rebaudiana* ning ontogenezi latent, virginil va generativ davrlarga ajratildi. Surxondaryo sharoitida urug‘lar oktabr oyining o‘rtalaridan dekabr boshlarigacha pishib yetilib, bir savatchada odatda 5–6 ta urug‘ hosil bo‘ldi. Urug‘larning uzunligi 3,8±0,19 mm, eni 1,0±0,1 mm bo‘lib, shamol yordamida tarqaladi. Laboratoriya sharoitida 28 °C haroratda urug‘larning unuvchanligi 41±2,8 %, dala sharoitida esa 15–18 % ni tashkil etdi. Urug‘larning tuproqdagi tinim holati 1,5–2,5 oy davom etdi, 1000 dona urug‘ massasi 0,26–0,29 g bo‘lib, unuvchanligi 37 oygacha saqlanib qoldi. Virginil davrning maysa bosqichida yanvar oyida ekilgan urug‘larning unuvchanligi yuqori bo‘lib, maysalar 7–8 kunda paydo bo‘ldi va 10–15 kun ichida yoppasiga unib chiqdi. Urug‘palla barglari teskari tuxumsimon shaklda bo‘lib, uzunligi 0,7±0,05 sm va eni 0,4±0,05 sm ni tashkil etdi. O‘rtacha 10–11 kundan so‘ng kurtak rivojlana boshladi va ildiz tizimi shakllandi. Yuvenil bosqichda dastlabki haqiqiy barglar hosil bo‘lib, ular yuraksimon va keyinchalik nashtarsimon shaklga ega bo‘ldi. O‘simlikda yon ildizlar rivojlanib, 20 kundan keyin 4 juftgacha haqiqiy barglar shakllandi. Aprel oyining boshlarida urug‘palla barglar to‘kilib ketdi va yuvenil bosqich o‘rtacha 40–45 kun davom etdi.

Quyidagi 1-jadvalda Sho‘rchi tumani sharoitida murtak organlarining o‘sish xususiyatlari to‘g‘risida ma’lumotlar berilgan.

1-jadval

Urug‘larning bo‘rtish davridagi murtak organlarining o‘sishi va rivojlanishi

Urug‘ ekilgandan keyingi kun	Uzunligi, sm		
	murtak	urug‘palla barg	gipokotil va ildizcha
8	$0,8 \pm 0,05$	$0,4 \pm 0,04$	$0,5 \pm 0,04$
11	$1,2 \pm 0,07$	$0,5 \pm 0,04$	$0,7 \pm 0,06$
14	$1,6 \pm 0,07$	$0,7 \pm 0,04$	$0,9 \pm 0,06$
17	$2,7 \pm 0,08$	$0,8 \pm 0,05$	$1,9 \pm 0,1$
20	$3,8 \pm 0,09$	$0,9 \pm 0,07$	$2,7 \pm 0,09$
23	$4,2 \pm 0,06$	$0,9 \pm 0,05$	$3,3 \pm 0,1$

Tajribaning birinchi kunlarida murtak organlarining o‘sishi uncha sezilmaydi. Murtak organlarining o‘sishi tajribaning 8-kunidan boshlanadi. Ko‘rinib turibdiki, murtakning umumiy uzunligi $0,8 \pm 0,05$ sm ga yetganda gipokotil va ildizcha $0,5 \pm 0,04$ sm uzunlikga ega bo‘lib, urug‘ po‘stini yorib tashqariga chiqadi. Murtakning umumiy uzunligi $4,2 \pm 0,06$ sm ga yetganda uchki kurtakda boshlang‘ich barglarni bo‘rtmachalari paydo bo‘la boshlaydi. Murtak organlarining jadal o‘sishi tajribaning 14-kuniga to‘g‘ri kelib ($1,6 \pm 0,07$ sm), 20-kuni asta-sekin susaya ($3,8 \pm 0,09$ sm) boshlaydi. 23-kuni urug‘palla barglarining o‘sishi to‘xtab ($0,9 \pm 0,07$), ildiz va gipokotilning o‘sishi ($3,3 \pm 0,1$ sm) tezlashdi. Urug‘palla barglar to‘kilib ketadi.

Aprel oyi oxirida I-tartibli novdalar balandligi $23,5 \pm 1,2$ sm bo‘lib, bo‘g‘imdan bir juftdan yana barg chiqardi, keyin II - tartibli novdalar paydo bo‘lishi kuzatildi. May oyida barglar soni $14 \pm 0,7$ juftga yetganda, I-tartibli novdalarning bo‘g‘imlaridan 4-6 ta II - tartibli novdalar o‘sa boshladi. *S. rebaudiana* ning I-tartibli novdalar balandligi $29 \pm 2,1$ sm, barg o‘lchami $5,5 \pm 0,1$-$2,5 \pm 0,1$ sm ga yetdi. Bu davrda o‘simlik yer ustki qismlari hamda II –tartibli novdalar tez o‘sdi.

Ildiz tizimining (o‘q ildiz) uzunligi 13 ± 2 sm, uning diametri 18 ± 2 sm ga yetdi. Iyun oyining oxiri va iyulning boshlarida o‘simliklarning balandligi 82 ± 3,4 sm ga yetib, ularda 8-12 tagacha 30±2–25±1,3 sm uzunlikdagi I–II-tartibli novdalar va 10-13 sm uzunlikdagi III-tartibli novdalar mavjud bo‘ldi Bu vaqtda o‘simlikda eng uzun bo‘g‘im oralig‘i 4,5-5,5 sm, eng kalta bo‘g‘im 0,5-1,0 sm ni tashkil etdi. Sentabr oyida *S. rebaudiana* ning I-tartibli novdalar o‘sishi juda sekinlashdi. Shu vaqtdan boshlab gullash davriga o‘tdi, novda va barg o‘lchamlari, novdadagi bo‘g‘im oralig‘i deyarli o‘zgarmaydi. Bu bosqich 60-75 kun davom etdi.

Barcha nihollarda dastlabki yildayoq ko‘pchilik tuplarda mezoton va akroton shoxlanishi, ayrim tuplarda esa bazeton shoxlanish tipi kuzatildi, undan generativ novdalar hosil bo‘ldi. Kunning yorug‘lik uzunligi qisqarishi bilan avgust oyi oxirida generativ novdalardagi savatchalarda g‘unchalar paydo bo‘ldi va ular 20-25 kun rivojlanib dastlabki gullar ochila boshladi. Sho‘rchi sharoitida g‘unchalash, birinchi gul ochilishi, urug‘ hosil qilishi, birinchi yilidayoq sentabr, oktabr oylarida bo‘lib o‘tadi. I-tartibli generativ novdaning uzunligi 8-12 sm bo‘lib, bitta generativ novdada 5 tadan 30 tagacha, bir tup o‘simlikda esa 200-250 tagacha savatcha (to‘pgul) bo‘ladi. Savatcha diametri 0,4±0,05 sm bo‘lib, unda 5 ta gul joylashadi. Birinchi vegetatsiya yilidagi o‘simlik gullaridan meva va urug‘ hosil bo‘ladi.

Sifatli xom-ashyo asosan bargidan tayyorlangani ma'qul. Quritish esa soyada dokali to‘shamada tabiiy sharoitda olib boriladi. Xom-ashyoni quruq, shamollatish qulay hamda harorat 18-35°C bo‘lgan joyda saqlanadi. Barg xom ashyo namligi 14% dan yuqori bo‘lmasligi talab etiladi. Surxondaryo viloyati sharoitida parvarish qilingan *S. rebaudiana* bargi tarkibidagi steviozid miqdori iyun oyida 11,6%, sentabr oyida 12,8%, dekabrda esa 12,5% bo‘lishligi aniqlandi.

Xulosa. Tadqiqotlar natijasida *Stevia rebaudiana* Bertoni o‘simligining Surxondaryo viloyati sharoitida muvaffaqiyatli introduksiya qilinishi, mahalliy tuproq-iqlim omillariga moslashishi hamda birinchi vegetatsiya yilidayoq generativ davrga o‘tishi aniqlandi. O‘simlik ontogenezining latent, virginil va generativ davrlari tavsiflanib, urug‘larning unuvchanligi, vegetativ organlarning shakllanishi va gullash fenologiyasining o‘ziga xos xususiyatlari o‘rganildi. Sho‘rchi tumani sharoitida *S. rebaudiana* sentabr oyida gullab, gullash davri 84–92 kun davom etishi, sifatli urug‘ hosil qilishi hamda keyingi yillarda vegetativ yo‘l bilan ham tiklana olishi qayd etildi. Olingan natijalar ushbu o‘simlikning Surxondaryo viloyati sharoitida dorivor, oziq-ovqat va farmatsevtika yo‘nalishlarida foydalanish uchun istiqbolli introduksion ekin ekanligini hamda uni keng miqyosda yetishtirish imkoniyatlari mavjudligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Abdusamat, Begmatov, and Ganieva Gulirukhsor. Bioecology and prospects of essential oil and medicinal plants cultivation in Surkhandarya region. Texas Journal of multidisciplinary studies. 1.1 (2021): 225-227.

2. Begmatov, A. M., and M. U. Rakhmatova. "Bioecological features of Glycyrrhiza L. modern research and development. 3 (2018): 20. https://theamericanjournals.com/index.php/tajabe/article/view/1700

3. Chatsudthipong V., Muanprasat C. Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness // Pharmacology & Therapeutics. — 2009. — Vol. 121. — No. 1. — P. 41–54.

4. Lemus-Mondaca R., Vega-Gálvez A., Zura-Bravo L., Ah-Hen K. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: a comprehensive review // Food Chemistry. — 2012. — Vol. 132. — No. 3. — P. 1121–1132.

5. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. — Новосибирск: Наука, 1974. — 156 с.

6. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. сер. 3. Геоботаника. Вып. 6. 1950.– 204 с.

7. Серебряков И.Г. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в геоботанических стационарах // Доклады совещаний по стационарным геоботаническим исследованиям. –Москва, Изд.АН СССР, 1954. – С.145-159.

8. Шульц Г.Э. Общая фенология. — Л.: Наука, 1981. — 188 с.

UO'K 632.7:633.11(575.1)

SURXONDARYO VILOYATI G'ALLAZORLARIDA UCHRAYDIGAN SO'RUVCHI QANDALALAR VA ULARNING ZARARI

K.Eshnazarov, dots., Termiz davlat universiteti, Termiz
O.R.Donayeva, magistrant, Termiz davlat universiteti, Termiz

Annotatsiya*. Ushbu maqolada Surxondaryo viloyati g'allazorlarida uchraydigan so'ruvchi qandalalarning tur tarkibi, tarqalishi va zarar yetkazish xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqotlar davomida bug'doy ekinlarida asosan zararli xasva (Eurygaster integriceps Puton, 1881) va o'tkirboshli qandala (Aelia acuminata Linnaeus) turlari aniqlangan. Ushbu zararkunandalarning bioekologik xususiyatlari, rivojlanish bosqichlari hamda hosildorlik va don sifatiga ta'siri tahlil qilingan. Olingan natijalar g'alla ekinlarini himoya qilish va zararkunandalarga qarshi samarali kurash choralarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.*

Kalit so'zlar: *Eurygaster integriceps, Aelia acuminata, so'ruvchi qandalalar, zararli xasva, bug'doy, g'allazor, bioekologiya, entomofauna, hosildorlik, zararkunandalar.*

Аннотация. *В данной статье изучены видовой состав, распространение и вредоносность сосущих клопов, встречающихся на посевах пшеницы Сурхандарьинской области. В ходе исследований установлено, что основными вредителями являются вредная черепашка (Eurygaster integriceps Puton, 1881) и остроголовый клоп (Aelia acuminata Linnaeus). Проанализированы биоэкологические особенности данных видов, стадии их развития, а также влияние на урожайность и качество зерна пшеницы. Полученные результаты могут быть использованы при разработке эффективных мер защиты зерновых культур от вредителей в условиях Сурхандарьинской области.*

Ключевые слова: *Eurygaster integriceps, Aelia acuminata, сосущие клопы, вредная черепашка, пшеница, агроценоз, биоэкология, энтомофауна, урожайность, вредители.*

Abstract. *This article investigates the species composition, distribution, and harmful effects of sucking bugs occurring in wheat fields of the Surkhandarya region. The studies revealed that the dominant pest species in wheat agrocenoses were Eurygaster integriceps Puton, 1881 and Aelia acuminata Linnaeus. The bioecological characteristics, developmental stages, and the impact of these pests on grain yield and quality were analyzed. The obtained results are important for improving integrated pest management strategies and ensuring sustainable wheat production under the environmental conditions of the Surkhandarya region.*

Key words: *Eurygaster integriceps, Aelia acuminata, sucking bugs, sunn pest, wheat, agrocenosis, bioecology, entomofauna, yield, pest management.*

O'zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va g'alla mustaqilligini mustahkamlash qishloq xo'jaligi sohasidagi ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Bu borada, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Agrar va oziq-ovqat sohalarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2020-yil 18-martdagi PQ-4643-son qarori [1] hamda "Qishloq xo'jaligi mahsulotlarining sifat va xavfsizlik ko'rsatkichlari xalqaro standartlarga muvofiqligini ta'minlashga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi 2020-yil 18-maydagi PF-5995-son farmoni [2] g'alla ekinining zararkunandalarini o'rganish va ularga qarshi kurash choralarini ishlab chiqish dolzarb masalaga aylanmoqda. Ayniqsa, mamlakatimizning janubiy mintaqasi, xususan, Surxondaryo viloyati o'zining erta bahorgi qulay iqlim sharoiti bilan g'allachilikda alohida strategik ahamiyatga ega.

Biroq, viloyatning o'ziga xos issiq va quruq iqlimi nafaqat ekinlarning rivojlanishiga, balki ularga jiddiy zarar yetkazuvchi entomofaunaning, xususan, so'ruvchi qandalalarning jadal ko'payishiga ham imkoniyat yaratadi**.** G'alla maydonlarida uchraydigan so'ruvchi qandalalar, jumladan, zararli xasva *Eurygaster integriceps Puton 1881* va o'tkirboshli qandala- *Aelia acuminata Linnaeus* bug'doy hosildorligiga eng katta xavf soluvchi zararkunandalar sirasiga kiradi[3].

Zararli qandalalarning tur tarkibi, tarqalish areali, bioekologik xususiyatlari, tabiiy entomofaglarining populyatsiya sonini boshqarishdagi ahamiyati hamda ekologik xavfsiz himoya

usullarini takomillashtirish masalalari bugungi kunda dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Mazkur zararkunandalarning zararli faoliyati nafaqat g‘alla hosildorligining 15–20 % gacha kamayishiga, balki donning sifat ko‘rsatkichlari, jumladan kleykovina va oqsil miqdorining pasayishiga ham olib keladi. G‘alla ekinlarining eng xavfli zararkunandalaridan biri bo‘lgan zararli xasva — Eurygaster integriceps Puton, 1881 yarimqattiqqanotlilar (Hemiptera) turkumining qalqonli qandalalar (Scutelleridae) oilasiga mansub hasharot bo‘lib, bug‘doy va boshqa donli ekinlarga sezilarli iqtisodiy zarar yetkazadi. Uning ommaviy ko‘payishi natijasida hosildorlik pasayadi, donning texnologik va urug‘lik sifati yomonlashadi hamda g‘allachilik xo‘jaliklariga katta iqtisodiy zarar keltiriladi [4,5].



1-rasm. Eurygaster integriceps Puton 1881-Qumqo‘rg‘on tumani bug‘doy dalasidagi zararli xasvaning imoga davri

Bu hasharot uchun qalqonining qorin oxirigacha yetib borishi va yaxshi rivojlanganligi xosdir. Qalqonining keyingi uchi oval shaklda, tishchasi (qalqonchasi) boshining oldingi uchigacha yetib boradi. Boshining old tomoni to‘mtoq, bo‘yi eniga teng. Qalqonchasi kuchli rivojlangan, qornini butunlay qoplab turadi. Voyaga yetgan qandalalar tuproqda, to‘shamalar ostida qishlaydi. Vaqti-vaqti bilan yoppasiga ko‘payishi va g‘alladoshlar ekinlarga (bug‘doy, javdar) katta zarar keltiradi.



2-rasm. Eurygaster integriceps Putonning 24.04.2026 yildagi tuxumlari

O‘tkirboshli qandala- *Aelia acuminata (Linnaeus)*- tanasining shakli qavariq, biroz cho‘ziq, orqa va old tomoni toraygan. Rangi oqish-sariq bo‘lib, ko‘pincha bo‘ylama, kulrang yoki qora yo‘llari bor. Boshi cho‘ziq-uchburchak shaklida, o‘rtacha egilgan, uchi tomon asta-sekin o‘tkir burchak hosil qilib torayadi. Sobiq SSSRda 15 tagacha turi uchragan [5].

Surxondaryo viloyati Qumqo‘rg‘on tumanida olib borgan tadqiqotlarimiz natijalari Xo‘jayev Sh.T. [4] qayd etgan ma‘lumotlarga mos keladi. Xasvaning uyg‘onishi mart-aprel oylarida, o‘rtacha harorat +10 +12°C ga yetganda boshlanadi. Kuzatishlarimizda g‘alla maydonida uchraydigan zararli xasva qandala namunalaridan 19.04.2026 yilda kuzatildi va yig’ib olindi. Qishlov joyidagi o‘rtacha

havo harorati -15-20°C bo‘lganda, xasva g‘allazorlar tomonga uchib tarqala boshlaydi. Bu jarayon g‘allaning tuplash davriga to‘g‘ri keladi. Xasva tuxum qo‘yishga tayyor bo‘lishi uchun uning qo‘shimcha oziqlanishi shart, shu sababli o‘simlik shirasi bilan oziqlanadi. Bahorda ob-havo noqulay kelib, harorat keskin pasaysa yoki yog‘ingarchilik ko‘p bo‘lsa, xasvaning tarqalishi hamda oziqlanishi to‘xtaydi, ular o‘simlikning ostki qismiga yashirinib oladi. Faqatgina harorat ko‘tarilishi bilan ular oziqlanishni davom ettiradi. Xo‘jayev Sh.T.(2019) ma'lumotiga ko'ra, xasva bilan zararlangan o‘simlikda hasharot zichligiga ko‘ra hosildorlik 30–40% gacha kamayashi, yangi don-urug‘ning unuvchanligi esa 50% gacha pasayishi qayd qilingan. Xasvaning qishlab chiqqan bo‘g‘iniga qarshi kimyoviy kurash bug‘doyning tuplanish paytida har 1 m^2 maydonga o‘rtacha 1–2 va undan ko‘p yetuk zot to‘g‘ri kelsa o‘tkaziladi. Yangi bo‘g‘iniga qarshi esa g‘alla boshoqlashi bilan har 1m^2 yerga 5–10 ta xasva lichinkasi to‘g‘ri keladi.

Bitta urg'ochi xasva o'rtacha 100-180 hatto 300 tagacha tuxum qo'yadi va yiliga 1 marta avlod beradi. Xasva voyaga yetgan va lichinkalik davrida o'simlikning barg, poya va boshoqlarini so'rib zararlaydi. Zararlangan don burishib, to'liq yetilmay, puch bo'lib qoladi, kleykovina va oqsil miqdori kamayib ketadi. Zararli xasva katta yoshga o‘tgach, boshoqdagi don shirasini so‘rib zarar keltiradi. Kuchli zararlanish oqibatida g‘alla boshog‘i qurib, oqarib, donsiz bo‘lib qoladi. Odatda don sut va mum pishish davrida zararlansa, urug‘ bujmayib, g‘ovak bo‘lib qoladi. Donning sifat ko‘rsatkichlari - kleykovina, oqsil va boshqalar pasayadi, uning unuvchanligi 50 % gacha kamayadi. Shu bois, katta (4-5 yoshdagi) va voyaga yetgan xasvalar hosil uchun ayniqsa xavflidir.

Ular don hosilini 5-10 % dan 20-30 % gacha kamaytirishi mumkin. Zararli xasva g‘allani tanlab zararlaydi. U ayniqsa kech pishar, yotib qolishga (g‘ovlashga) moyilligi bo‘lgan va qishlov joylariga yaqin bo‘lgan maysalarni xush ko‘radi. Xasva voyaga yetgan paytda g‘alla doni pishib yetilsa yoki hosil tezda yig‘ishtirib olinsa, qanotli xasva kechki g‘alla maydonlariga ko‘plab to‘planadi va hosilga katta zarar keltiradi. Ozuqa yetishmasa, ular hatto endigina pishib yetilayotgan donni ham zararlaydi. Alimardonov Sh.R.(2021) kuzatishlariga ko'ra, 2020-yil Respublika miqyosida 1077.6 ming gektar g‘alla maydonlaridan 877,7 ming gektar maydon zararli xasva va boshqa zararkunandalar g‘alla hosiliga ziyon keltirgan. Zararli xasva iyul-avgust oylarining oxirida qishlovga ketish uchun tog‘ yonbag‘irlari hamda adirliklarga uchib boradi hamda shu yerda o‘simlik qoldiqlari ostida qishlaydi. Ayrim yillarda zararli xasvaning 30-40 foizi g‘alla ekilgan maydonlarning haydalmaydigan qismlarida qishlab qolishi o‘tkazilgan kuzatuvlarda aniqlangan. 2020 yilda Respublikamiz g‘alla maydonlarida zararli xasvani 654,5 ming gektar maydonda hosilning katta qismini yo‘qotilishiga sabab bo‘lgan[1].

Zararli xasva (*Eurygaster integriceps* Puton, 1881) g‘alla ekinlarining eng xavfli zararkunandalaridan biri hisoblanadi. Ushbu tur rivojlanishining turli bosqichlarida o‘simlikning vegetativ va generativ organlariga zarar yetkazadi. Zararlanish darajasi hasharotning rivojlanish bosqichi hamda o‘simlikning ontogenez davriga bog‘liq bo‘lib, hosildorlik va don sifatining pasayishiga olib keladi. Zararli xasvaning g‘alla ekinlariga yetkazadigan asosiy zararlari 1-jadvalda keltirilgan(1-jadval).

1-jadval.

Zararli xasvaning g‘allaga zarar yetkazish xususiyatlari

Rivojlanish bosqichi	Zararlanadigan qism	Zarar oqibati
Lichinka	Barg va poya	O‘simlikning sust rivojlanishi
Katta yoshdagi lichinka	Boshoq va don	Donning bujmayishi
Imago	Boshoq va don	Kleykovina va oqsil miqdorining kamayishi
Kuchli zararlanish	Boshoq	Hosildorlikning pasayishi

1-jadval ma'lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, zararli xasva rivojlanishining barcha bosqichlarida g‘alla ekinlariga salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, katta yoshdagi lichinkalar va voyaga yetgan individlar boshoq hamda donlarni zararlashi natijasida hosil sifati sezilarli darajada pasayadi. Zararlangan donlarda kleykovina va oqsil miqdori kamayib, urug‘lik sifatlari yomonlashadi. Shu sababli zararli xasvaning sonini iqtisodiy zarar mezonidan oshirmaslik va o‘z vaqtida himoya choralarini qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa. Oxirgi yillarda kuzatilayotgan global iqlim o‘zgarishlari, Surxondaryo viloyatida havo haroratining ko‘tarilishi va namlikning pasayishi ushbu zararkunandalarning iqlimiy adaptatsiyasini

tezlashtirmoqda. Bu esa g‘allazorlarda qandalalarning tarqalish dinamikasini o‘rganish va ularning zararli faoliyatini kamaytirish bo‘yicha ilmiy asoslangan chora-tadbirlarni ishlab chiqishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Surxondaryo sharoitida g‘alla ekinlarini so‘ruvchi qandalalardan himoya qilish strategiyasini mintaqaning global iqlim o‘zgarishlariga moslashgan holda doimiy takomillashtirib borish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Alimardonov Sh.R. G‘alla zararkunandalari va ularga qarshi kurash choralari // Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. — 2021. — Vol. 1, Issue 10. — B. 445-452.

2. Bekchanov Z.B., Po‘latov Z.A. Zararli xasvaga qarshi samarali kimyoviy vositalar // Agrokimyo himoya va o‘simliklar karantini. Maxsus son. – Toshkent, 2024. – B. 201-202.

3. Botirov S.A., Shomurodov Sh.Ch., Xolmatov Sh.M. Termiz tumani sharoitida g’allaning so’ruvchi zararkunandalari tur tarkibi va zarari // "Agro-ilm" (O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi) jurnali. – Toshkent, 2022. – № 5. – B. 34-36.

4. Xo‘jayev Sh.T. Umumiy va qishloq xo‘jalik entomologiyasi hamda uyg‘unlashgan himoya qilish tizimining asoslari. — Toshkent: "Yangi nashr", 2019. — B. 262.

5. Асанова Р. Б., Искаков Б. В. Вредные и полезные полужесткокрылые (Heteroptera) Казахстана. Определитель. Алма-Ата, «Кайнар», 1977.204 с.

UO'K: 616-056.5 /612.359+ 615.89

METABOLIC SYNDROME AND MORPHO-PHYSIOLOGICAL CHANGES IN THE LIVER OF RATS UNDER VARIOUS STRESS CONDITIONS, AND THE ROLE OF PHYTOCORRECTION AND PHYSICAL EXERCISE IN THEIR PREVENTION

A.S.Ilyasov, DSc, prof., Navoi Innovation University, Navoi
N.E.Djumanova, Senior Lecturer, Independent Researcher, Karakalpak State University, Nukus
B.N.Toshmamatov, PhD, Associate Professor, Institute of Medicine and Bioengineering, Zarmed University, Samarkand

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqot stress ta'siriga uchragan metabolik sindromli kalamushlar jigaridagi morfofiziologik o'zgarishlarni hamda qora sedana (Nigella sativa) moyi va jismoniy mashqlar yordamida fitokorreksiyaning profilaktik ta'sirini o'rgandi. Yetuk Wistar zotli kalamushlar standart ratsiondagi nazorat guruhi ("StR") hamda 60 kunlik yuqori yog'li-uglevodli parhez (HFHCD), gipodinamiya va shovqin-yorug'lik stressiga duchor qilingan tajriba guruhiga bo'lindi. Keyingi 30 kunlik tiklanish davrida standart ratsioonga qaytish, mo'tadil yugurish mashqlari va qora sedana moyini qo'llash jigar to'qimasining o'zgarishlarini oldini oldi va normal gistotuzilmani tikladi. Morfologik jihatdan bu tiklanish jarayoni to'qimaning faol regeneratsiyasidan dalolat beruvchi ikki yadroli gepatotsitlar sonining ortishi bilan namoyon bo'ldi.*

Аннотация. *В данном исследовании изучались морфофизиологические изменения печени у крыс с метаболическим синдромом, подвергшихся воздействию стресса, а также оценивался профилактический эффект фитокоррекции маслом чёрного тмина (Nigella sativa) в сочетании с физическими упражнениями. Взрослые крысы линии Wistar были разделены на контрольную группу на стандартном рационе («StR») и экспериментальную группу, подвергнутую 60-дневной высокожировой и высокоуглеводной диете (HFHCD), гиподинамии, а также шумовым и световым стрессорам. В течение последующего 30-дневного восстановительного периода возврат к стандартному рациону наряду с умеренным бегом и применением масла чёрного тмина предотвратил структурные изменения в печени и восстановил её нормальную архитектуру. Морфологически это восстановление характеризовалось увеличением числа двуядерных гепатоцитов, что свидетельствует об активной регенерации ткани.*

Ключевые слова: *метаболический синдром, ожирение, стандартный рацион, физические упражнения, высокожировая диета, высокоуглеводная диета, световой десинхроноз.*

Abstract. *This study investigated the morpho-physiological changes in the liver of metabolic syndrome rats exposed to stress, and evaluated the preventive effects of phytocorrection (Nigella sativa oil) combined with physical exercise. Male Wistar rats were divided into a control group on a*

standard ration ("StR") and an experimental group subjected to a 60-day high-fat high-carbohydrate diet (HFHCD), hypodynamia, and light-noise stressors. During a subsequent 30-day recovery period, returning to a standard diet alongside moderate treadmill running and black cumin seed oil administration successfully prevented hepatic structural changes and restored normal liver architecture. Morphologically, this recovery was characterized by an increased number of binucleated hepatocytes, indicating active tissue regeneration.

Key words: *metabolic syndrome, obesity, standard ration, physical exercise, high-fat diet, high-carbohydrate diet, light desynchronosis*

Introduction. Per results published by the World Health Organization in 2022, obesity is a risk factor for metabolic syndrome, type 2 diabetes mellitus, arterial hypertension (Djumanova N.E. and Toshmamatov B.N., 2025), atherosclerosis, non-alcoholic fatty liver disease and multiple other pathological conditions.

The main reason of excess body weight and obesity is an unbalanced diet nevertheless, comprised primarily of saturated fatty acids and large amounts of refined easily digestible carbohydrates. This type of diet induces metabolic changes in the liver, which may eventually lead to liver dysfunction [1].

Among the most common and typical for obesity pathological conditions are excessive accumulation of neutral lipids in hepatocytes (lipid droplets)[2]. Currently, the global prevalence of non-alcoholic fatty liver disease has reached 25%, and the number of patients in receiving this diagnosis could increase by as much as 33.5% by year 2030[3]. While uncomplicated hepatic steatosis often has a benign clinical course, non-alcoholic steatohepatitis may advance to significantly more serious stages - fibrosis and ultimately cirrhosis. Such advancement might then lead to ascitic liver failure, and require radical surgical therapy such as liver transplantation [3].

In light of the fact that many diet-induced changes occurring at early stages of the disease can be revertible, it is necessary to find ways to oppose high-caloric nutrition action with respect to morphological and functional state of the liver [Ilyasov A.S., Djumanova N.E., 2025]. There is no question that the normalization of hepatic metabolism can be achieved only by stopping excess caloric intake and left to a balanced dietary regimen, with normalized caloric content. Moreover, it is widely recognized that moderate exercise promotes health and helps reduce body weight.

Currently, researchers are focusing not only on the normalization of body weight but also on the establishment of proper dietary and physical exercise patterns that will restore compromised hepatic metabolism and other important physiological functions caused by obesity [4]. In this context, it is considered appropriate to explore the normalization of liver function through assessment of the relative contribution of experimental treatment methods such as switching from a high-caloric diet to an adequate balanced dietary scheme and the development of moderate physical exercise in conditions of different dietary caloric values.

Materials and methods. The study was conducted between 2023 and 2026 at the research laboratory of Navoi Innovation University.

- Group I (Control, n=14): Three-month-old rats were housed individually under standard conditions ($22 \pm 2^\circ\text{C}$, 60–65% humidity, 10:14 light/dark cycle). They received 20 g of mixed feed daily (24% protein, 6% fat, 44% carbohydrate) and water *ad libitum* (66.0 kcal/rat/day).
- Group II (Experimental, n=16): Three-month-old rats were subjected to a high-fat/high-carbohydrate diet (HFHCD), continuous nighttime light (LAN), and daily audiogenic-vibroacoustic stress (110–115 dB) for 60 days. Afterwards, *Nigella sativa* seed oil was administered intragastrically for 30 days alongside a moderate treadmill training plan (15 m/min for 20 min, 5 days/week).

For morphological assessment, right liver lobe samples were cryo-sectioned at 4–6 μm using an HM 525 microtome-cryostat, fixed in 96% ethyl alcohol, and stained with hematoxylin and eosin. Statistical analysis was executed using Statistica 10.0, evaluating parameters via the Shapiro–Wilk test, Student's t-test, and Mann–Whitney U test, with significance set at $p \le 0.05$.

Results and discussion. The morphofunctional results of phytocorrection using a combination of black cumin oil and physical activity were evaluated in rats with liver injury induced by metabolic syndrome, chronic stress, and hypodynamia.

In the group receiving triple correction factors (standard diet, running, and black cumin seed oil) for 6 weeks, macroscopic examination of the liver revealed no pathological changes: the surface was smooth, uniformly dark red, and covered with a thin translucent capsule. Histological analysis showed that the hepatic tissue was relatively well-vascularized with a medium cell density. The general liver architecture remained unaffected, with radial distribution and enlarged sinusoids observed in several areas. Hepatocytes were polygonal with varying nuclear sizes and pale-staining karyoplasm. Hematoxylin-eosin staining revealed a granular cytoplasm pattern, with vacuolated cytoplasm in some regions, and binucleated hepatocytes were frequently encountered.

Following 3 weeks of phytocorrection with black cumin oil and physical exercise against the background of simulated metabolic syndrome, the following morphometric parameters were established: interlobular artery (internal diameter: 13.0–19.0 μm; wall thickness: 6.0–8.0 μm), hepatic sinusoidal capillary (internal diameter: 9.0–13.0 μm; wall thickness: 2.0–4 μm), and bile duct (interlobular bile duct internal diameter: 4.0–7 μm; wall thickness: 2–3 μm). An unmodified configuration of central veins and portal tracts was preserved. A reduced accumulation of formed elements in the blood was observed in certain regions of the central veins, with slight dilation occurring only in rare cases. Mild diffuse cellular infiltration was noted in the parenchyma near sinusoids and portal tracts.

As demonstrated by Basalay A.A. [5], moderate physical activity alone cannot resolve all biochemical and morphofunctional disturbances in the liver caused by a high-calorie diet. In contrast, other studies indicate that moderate training augments neuronal excitability, enhances central and autonomic nervous system functionality through synaptic plasticity, and stimulates angiogenesis in nervous tissue. Additionally, physical exercise triggers skeletal muscle contractions, which stimulate the release of humoral factors (myokines) that regulate whole-body metabolism across non-muscular organs.

Combined phytocorrection with black cumin oil and physical activity successfully prevented hepatic steatosis and liver injury associated with metabolic syndrome by normalizing body weight and attenuating visceral fat accumulation. These beneficial effects were achieved after 30 days of high-intensity physical activity and black cumin oil administration.

While moderate-intensity exercise alone may not rapidly reduce metabolic and functional hepatic parameters evoked by a hypercaloric diet, increased physical activity overall elevates the sensitivity of nerve fibers, enhances the functional capacity of the nervous system, and induces widespread systemic processes—such as synaptic plasticity, neurogenesis, and angiogenesis—that are essential for whole-body metabolic regulation.

Morphometric parameters (mm/1000 mm2) of the liver in rats after phytocorrection with black cumin oil and physical exercise, used under conditions of combined stress and hypokinetic metabolycygelsyndrome table 1[6].

Upon background of metabolic syndrome, induced in conditions of diverse stress and hypodynamia, the preservation from development of non-alcoholic fatty liver disease due to phytocorrection with black cumin oil and physical exercise by way of high-intensity physical activity over a period extending up to 30 days in the "HFHCD/StD + running + black cumin oil" group was accomplished owing to normalization of body mass and adypose tissue[7,10,11]. These represent the structural changes in the liver of rats with stress-dependent metabolic syndrome model and hypodynamia independently induced, followed by phytocorrection with black cumin oil and physical exercise visualization in Fig. 2

Exercise induced positive changes in the morphological and oxidational parameters of hepatic lesions in rats with metabolic syndrome, stimulated by various stress factors and hypodynamia, and facilitated body mass normalization. This suggests that prolonged high-intensity physical exercise lasting 30 days which is capable of preventing the occurrence of obesity, might be effective in

normalizing morphofunctional parameters of the liver when using a combination regimen with HFHCD/StD + running+black cumin oil[12].

Table 1.

Morphometric parameters of liver structures in rats after phytocorrective action with black cumin oil and physical exercise against the background of metabolic syndrome.

№	Structure	Parameter	Control "StR"	Experimental group
1	Central vein	Internal diameter (μm)	61.1±0.87	62.3±1.01
		Wall thickness (μm)	7.56±0.26	7.22±0.28
2	Interlobular vein	Internal diameter (μm)	31.5±0.78	33.7±0.55
		Wall thickness (μm)	4.00±0.17	3.89±0.18
3	Interlobular artery	Internal diameter (μm)	14.6±0.52	15.4±0.55
		Wall thickness (μm)	7.06±0.17	7.50±0.18
4	Sinusoidal capillary	Internal diameter (μm)	11.3±0.35	11.4±0.37
		Wall thickness (μm)	3.19±0.17	3.00±0.18
5	Bile duct	Internal diameter (μm)	4.94±0.17	5.33±0.28
		Wall thickness (μm)	2.63±0.09	2.72±0.09

Note: "StR" — standard ration; * $p < 0.05$ — statistically significant (reliable) differences relative to the control group

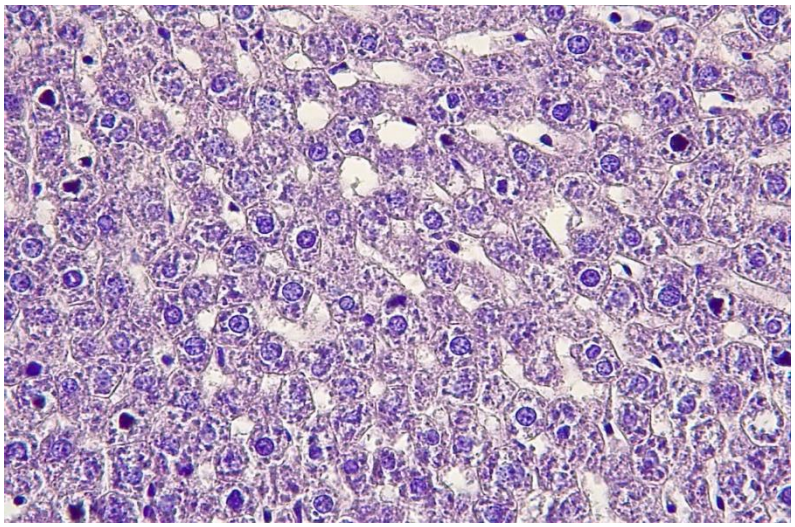


Figure 2. Morphofunctional changes detects in the liver of rats with metabotropic syndrome, induced in conditions of multi-factorial stress and hypodynamia at correction by phito-correction using black cumin oil and physical exercise: 1. Sinusoidal capillaries. 3. Space of Disse. 4. Hepatocytes. 5. Central vein. Hematoxylin and eosin stain. Ocular ×10, objective ×20.

One might view this effect as similar to that of a shift to a balanced diet, so long as the balance at the level of energy utilization in the organism is maintained. During studies that assessed recovery from the HFHCD to a chow diet, blood biochemistry nearly normalized and hepatic architecture largely restored; however, evidence of inflammatory infiltration remained in the liver[13].

A notable finding observed during the conducted experiments was an abundant number of binucleated hepatocytes, which illustrates that a regenerative process is actually taking place in hepatic parenchyma following the transitional change to a standard diet and treadmill running.

Conclusions.

1. Here, we demonstrate that (i) long-term (90-day) feeding of rats with a high-fat, high-carbohydrate diet triggered the development of fatty hepatosis in animals without exercise and dietary modification, with partial restoration of morphofunctional hepatic parameters attainable by exercise or dietary modifications only;

2. The total liver architecture of the rat in "HFHCD/StR + running + black cumin oil" experiment was restored to a relatively intact level. A combination of excess nutrition with exercise was able to successfully restore much liver morphophysiology in the rat. This process of regeneration was morphologically characterized by the increase in the number of binucleated hepatocytes that served as a structural marker of hepatocellular recovery.

3. Considering the objectives of this study we are justified to explore several experimentations with potential preventive methods; cessation of a high-fat high-carbohydrate diet,

returning on a standard balanced dietary regimen and exercise, moderate physical exercise and black cumin oil supplementation under an average weight dietary regiment optained to restore hepatic histoarchitecture.

REFERENCES:

1. N. E. Djumanova and B. N. Toshmamatov, "Structure of the aortic wall in rats in a diet-induced model of metabolic syndrome," *European Journal of Modern Medicine and Practice*, vol. 5, no. 2, pp. 234–237, Feb. 2025. [Online]. Available: https://inovatus.es/index.php/ejmmp/article/view/5210

2. R. Sarwar, N. Pierce, and S. Koppe, "Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: Current perspectives," *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, vol. 11, pp. 533–542, 2018, doi: 10.2147/DMSO.S146339.

3. A. S. Ilyasov and N. E. Djumanova, "Model of fatty hepatosis in rats under a high-fat and high-carbohydrate diet," *Ekonomika i Sotsium*, no. 12(139), pp. 121–131, 2025.

4. R. Parker, "The role of adipose tissue in fatty liver diseases," *Liver Research*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2018, doi: 10.1016/j.livres.2018.02.002.

5. A. S. Ilyasov and N. E. Djumanova, "Model of fatty hepatosis in rats under a high-fat and high-carbohydrate diet," *Ekonomika i Sotsium*, no. 12(139), pp. 121–131, 2025.

6. Y. Liu, G.-C. Zhong, H.-Y. Tan, F.-B. Hao, and J.-J. Hu, "Nonalcoholic fatty liver disease and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: A meta-analysis," *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, art. 11124, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-47687-3.

7. M. F. Abdelmalek, "Nonalcoholic fatty liver disease: Another leap forward," *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, vol. 18, no. 2, pp. 85–86, 2021, doi: 10.1038/s41575-020-00406-0.

8. A. S. Ilyasov and N. E. Djumanova, "Morphology of the liver of rats under high-fat and high-carbohydrate nutrition," in *Proc. Republican Scientific-Practical Conf. "The Contribution of Fundamental Sciences to the Development of Modern Medicine,"* Mar. 25–26, 2025, p. 137. [Online]. Available: https://uzresearch1.uz/index.php/UC/issue/view/18

9. M. Açıkel Elmas, N. Atay, Ö. Bingöl Özakpınar, S. Arbak, M. Kolgazi, G. Şener, and F. Ercan, "Exercise high-fat-diet induced liver damage in rats: Morphological evaluation of effects of exercise on high-fat-diet-induced liver damage in rats," *Turkish Journal of Gastroenterology*, vol. 31, no. 9, pp. 626–632, 2020, doi: 10.5152/tjg.2020.19638.

10. A. A. Basalay, "Morphofunctional state of the liver of male Wistar rats under diet-induced obesity and its correction," *Vestsi Natsyyanal'nai Akademii Navuk Belarusi. Seryya Medytsynskikh Navuk*, vol. 19, no. 3, pp. 308–320, 2022, doi: 10.29235/1814-6023-2022-19-3-308-320.

11. B. Mahalakshmi, N. Maurya, S.-D. Lee, and V. Bharath Kumar, "Possible neuroprotective mechanisms of physical exercise in neurodegeneration," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 21, no. 16, art. 5895, 2020, doi: 10.3390/ijms21165895.

12. S. Kim, J. Y. Choi, S. Moon, D. H. Park, H. B. Kwak, and J. H. Kang, "Roles of myokines in exercise-induced improvement of neuropsychiatric function," *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology*, vol. 471, no. 3, pp. 491–505, 2019, doi: 10.1007/s00424-019-02253-8.

UDC 632.651

DISTRIBUTION AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF NEMATODES IN PUMPKIN AGROBIOCENOSES IN THE SURKHANDARYA REGION

N.E.Iskandarova, teacher, Termez State University, Termez
ORCID ID: 0009-0003-8206-2992
A.Sh.Xurramov, DSc, prof., Termez State University, Termez

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Surxondaryo viloyatidagi shaxsiy tomorqalarda yetishtirilayotgan qovoq o'simliklarida uchraydigan nematodalarning turlar tarkibi, geografik tarqalishi hamda morfologik va morfometrik tahlillari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Tadqiqot natijasida qovoq ildizi va rizosfera tuprog'i namunalarida 10 ta avlodga mansub 17 turdagi nematodalar aniqlangan.*

Kalit so'zlar: *qovoq agrobiotsenozi, fitonematoda, morfologiya, morfometriya, ildiz, rizosfera tuprog'i, dominant turlar.*

Аннотация. *В статье представлены данные о видовом составе, географическом распространении, а также результатах морфологического и морфометрического анализа нематод, обнаруженных на растениях тыквы в частных приусадебных хозяйствах Сурхандарьинской области. В результате исследования в образцах почвы корней и ризосферы тыквы было идентифицировано 17 видов нематод, принадлежащих к 10 родам.*

Ключевые слова: *агробиоценоз тыквы, фитонематоды, морфология, морфометрия, корень, ризосферная почва, доминирующие виды.*

Abstract.*This article presents data on the species composition, geographical distribution, and morphological and morphometric analyses of nematodes found on pumpkin plants in private household plots within the Surkhandarya region. As a result of the study, 17 species of nematodes belonging to 10 genera were identified in soil samples from pumpkin roots and rhizosphere.*

Keywords: *pumpkin agrobio-cenosis, phytonematode, morphology, morphometry, root, rhizosphere soil, dominant species.*

Introduction. The pumpkin (Cucurbita L.) is a highly profitable crop that plays a significant role in agriculture and the assurance of food security. Three main types of pumpkin are primarily cultivated in our republic: large-fruited pumpkin (Cucurbita maxima), hard-shelled or common pumpkin (Cucurbita pepo), and muscat pumpkin (Cucurbita moschata). Pumpkin fruit is rich in vitamins (A, C, E, and B-group), carotenoids, minerals (potassium, magnesium, iron), and dietary fiber—all essential for human health—making it highly valuable in the daily diet. Its seeds contain high-quality oil and medicinal compounds, serving as raw material for the pharmaceutical industry[3].

Biologically, the pumpkin possesses a robust root system; it serves as a beneficial preceding crop in crop rotation systems, enhancing soil fertility and improving soil structure for subsequent crops. However, like many other agricultural crops, the pumpkin plant is susceptible to infestation by various pests—including phytonematodes—which can stunt growth and development, reduce yields, and even lead to plant death before the growing season concludes.

This situation indicates the presence of a complex trophic structure within the community of parasitic and free-living nematodes in pumpkin agrocenosis soils, necessitating in-depth research.

Therefore, studying the nematode composition, determining their spatial distribution, and characterizing their morphometric traits within pumpkin agrocenoses across various districts of the Surkhandarya region holds significant scientific and practical importance.

Morphological and morphometric characteristics are of critical diagnostic value for identifying nematodes at the species level. Traits such as body length and width, stylet length, esophageal structure and length, tail morphology, vulva position, and body indices are used to differentiate between nematode species. For members of the Meloidogyne genus, the perineal pattern of the female, along with the morphology of the head region and stylet, serve as key diagnostic features.

Research methodology. The research was conducted between 2022 and 2024 in areas belonging to three districts of the Surkhandarya region: Jarkurgan, Angor, and Termez. Samples of pumpkin roots and rhizosphere soil were collected from private household plots. The "transect" and "envelope" sampling methods-widely used in phyto-helminthological research-were employed[1,4,5]. The distance between sampling points was 5 meters. Soil samples were taken from a vertical depth of 0–30 cm and a horizontal span of 30 cm.

Rhizosphere soil samples were collected from the soil layer immediately adjacent to the pumpkin root system. Plant roots were also collected separately, and the extent of nematode infestation was assessed through careful visual inspection for external signs of damage.

The Baermann funnel method was used to extract nematodes from the root and soil samples. This method enables the separation of motile nematodes from the soil into an aqueous medium[1].

MBR-3 and N-300 M trinocular microscopes were used to prepare temporary and permanent slides from the isolated nematodes. Species-level identification was based on morphological characteristics such as body shape, cuticle structure, head region, esophagus, tail, and reproductive system. Additionally, morphometric parameters were calculated using the de Man formula, taking into account indicators such as body length (L), body width (a), esophageal length (b), tail length, and the c and V indices[2,4,5].

Analysis and results. The study revealed a diverse nematode fauna in samples collected from various pumpkin agrobiocenoses in the Surkhandarya region. Based on morphological and morphometric characteristics, 17 species belonging to the genera *Eudorylaimus, Cephalobus, Heterocephalobus, Eucephalobus, Acrobeloides, Chiloplacus, Acrobelus, Cervidelus, Panagrolaimus* and *Aphelenchus* were identified. It was observed that the distribution of the

identified species varied across the study areas; while some species were found in all locations, others were recorded in only two areas.

Based on the data presented above, it is evident that *Eudorylaimus monohystera, E.pratensis, Cephalobus persegnis, Heterocephalobus elongatus, Eucephalobus oxyuroides, E.striatus, Acrobeloides buetschlii, A.tricornus, A.emarginatus* and *Panagrolaimus rigidus* were present in all three study areas.

These species can be identified as the most widely distributed taxa within the study areas. However, to classify them as "dominant species," it is necessary to calculate their population density and relative abundance (research is ongoing).

Among the nematodes identified during the study, the following results were obtained for certain species with the most complete morphometric data(Table 1.).

Table 1

Distribution of nematodes identified in pumpkin plots across the study areas

№	Nematode species	Jarqo'rg'on	Angor	Termiz district
1	*Eudorylaimus monohystera*	+	+	+
2	*E.pratensis*	+	+	+
3	*Cephalobus persegnis*	+	+	+
4	*Heterocephalobus elongatus*	+	+	+
5	*Eucephalobus oxyuroides*	+	+	+
6	*E.striatus*	+	+	+
7	*Acrobeloides buetschlii*	+	-	+
8	*A.tricornus*	+	+	+
9	*A.emarginatus*	+	+	+
10	*Chiloplacus symmetricus*	+	+	+
11	*Acrobelus ciliatus*	–	+	+
12	*Cervidelus insubricus*	+	–	+
13	*Panagrolaimus rigidus*	+	+	+
14	*P.longicaudatus*	+	+	–
15	*P.subelongatus*	–	+	+
16	*Aphelenchus avenae*	+	+	–
17	*A.cylindricaudatus*	+	–	+

Note: + – detected; – – not recorded in the study materials.

Panagrolaimus rigidus was one of the nematode species found in the root and rhizosphere soil across all study areas. Morphometric analysis of female specimens revealed a body length of 0.6–0.9 mm, a body width of 0.03–0.06 mm, and an esophagus length of 3.4–6.0 mm.

Acrobeloides emarginatus was recorded in plant roots and the soil surrounding the roots across all study areas. Morphometric data for second-stage larvae are as follows: body length 0.3–0.4 mm, a = 22.5–26.3, b = 3.0–5.3, c = 10.5–15, and tail length 32–41 μm.

These measurements were used to provide a morphometric characterization of the second-stage larvae of *A.emarginatus.*

A.buetschlii was recorded in roots and rhizosphere soil in the Jarqo'rg'on and Termiz districts. For females, body length was 0.31–0.61 mm, with a = 16.5–22.0, b = 3.0–4.5, c = 14.0–21.5, and V = 63–67%. For males, body length ranged from 0.429 to 0.513 mm, with a=25–31, b=3.4–3.9, and c=13–17.

A.tricornus was identified in all three study areas and recorded in plant roots and rhizosphere soil. For females, the following measurements were recorded: body length 5.0–6.3 mm, a = 23.2–25.3, b = 3.8–4.6, c = 15.0–17.0, and V = 64–67.6%.

Eudorylaimus pratensis was found in the rhizosphere soil in the Jarqo'rg'on, Angor, and Termiz districts. In females, the body length was 1.3–1.5 mm, with indices of a = 37.5–41.6, b = 3.0–3.9, c = 45.0–46.0, and V = 49–50%.

E.monohystera was identified in the rhizosphere soil of plants in the Jarqo'rg'on, Angor, and Termiz districts. Morphometric measurements for females showed a body length of 0.9–1.0 mm, with a = 26.5–39.5, b = 4.0–5.0, c = 26.5–40.0, and V = 35–45%.

These parameters are of diagnostic importance for assessing the species' body proportions and the position of the reproductive system.

Cephalobus persegnis was recorded in roots and rhizosphere soil in the Jarqo'rg'on, Angor, and Termiz areas. In females, the body length was 0.55–0.60 mm, with a = 18.0–26.5, b = 3.6–4.0, c = 16.5–17.0, and V = 63–68%. In males, the body length ranged from 0.50 to 0.60 mm, with a = 21.0–24.0, b = 4.0–5.3, and c = 16.0–18.5.

Heterocephalobus elongatus was found in roots and rhizosphere soil across all study areas. Morphometric data for females showed a body length of 0.42–0.45 mm, with indices of a = 21.0–22.0, b = 3.3–5.3, c = 8.7–20.5, and V = 63–64%.

Eucephalobus oxyuroides was recorded in roots and rhizosphere soil in the Jarqo'rg'on, Angor, and Termiz districts. For females, the body length was 0.33–0.40 mm, with indices of a=19.0–22.5, b=3.5–5.0, c = 8.1–10.0, and V= 60–62%.

E.striatus was recorded in plant roots and rhizosphere soil across all study areas. Female body length ranged from 0.31 to 0.52 mm, with indices of

a = 21.6–25.5, b = 3.3–4.3, c = 13.0–15.5, and V = 66–69%. For males, body length was 0.31–0.51 mm, with indices of a=21.6–25.0, b=3.3–4.0, and c=13.0-15.0.

Chiloplacus symmetricus was recorded in the roots and rhizosphere soil in the Jarqo'rg'on, Angor, and Termiz districts. Female body length was 0.4–0.6 mm, with indices of a = 18.5–20.0, b = 3.5–4.8, c = 13.3–17.0, and V = 65–66%. For males, body length was 0.4–0.6 mm, with indices of a = 18.0–19.6, b = 3.0–4.5, and c = 13.0–17.0.

Grouping the identified nematodes based on the number of areas where they were found made it possible to assess their geographical distribution.

Species recorded in all three areas included: *Eudorylaimus monohystera, E.pratensis, Cephalobus persegnis, Heterocephalobus elongatus, Eucephalobus oxyuroides, E.striatus, Acrobeloides buetschlii, A.tricornus, A.emarginatus,* and *Panagrolaimus rigidus.* Species recorded in both areas: *Acrobelus ciliatus, Cervidelus insubricus, Panagrolaimus longicaudatus, P.subelongatus, Aphelenchus avenae, A.cylindricaudatus, Acrobeloides buetschlii.*

Analysis of morphometric data indicates that body length, body width, and the indices a, b, c, and V are important indicators for species identification. For instance, in the case of *Eudorylaimus monohystera*, body length and width serve as key diagnostic morphological traits.

However, morphometric traits can exhibit a certain degree of variability at both the population and individual levels. Therefore, for definitive identification, it is advisable to rely on a complex of morphological traits rather than a single measurement.

Conclusion and Recommendations: Nematological studies conducted between 2022 and 2024 in pumpkin agrobiocenoses across the Jarkurgan, Angor, and Termez districts of the Surkhandarya region resulted in the recording of 17 nematode taxa belonging to 10 genera.

The identified taxa belong to the genera Eudorylaimus, Cephalobus, Heterocephalobus, Eucephalobus, Acrobeloides, Chiloplacus, Acrobelus, Cervidelus, Panagrolaimus, and Aphelenchus.

The obtained results serve as a scientific basis for assessing the diversity of phytoparasitic nematodes in pumpkin plots within the Surkhandarya region, determining their spatial distribution, and organizing future phytosanitary monitoring activities. Our research is ongoing, and the results will be presented in future reports.

REFERENCES:

1.Холикназаров Б.// Нематодозы овощных и бахчевых культур юга Узбекистана и меры борбы с галловыми нематодами // Автореф. дисс. канд. биол.наук.М.: 1990.

2. de Man J.G. Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna. – Leiden, 1884.

3.Erbutayeva R.R. O'zbekiston qishloq xo'jaligida yetishtirilayotgan oshqovoqning viloyat kesimlari bo'yicha navlari va ularni yetishtirish texnologiyasi // Journal of International Scientific Research. – 2025. – Vol. 2, Issue 6. – B.

4.Paramonov A.A. Основы фитогельминтологии. Т. I. – М.: Наука, 1962. – 480 с.

5.Paramonov A.A. Основы фитогельминтологии. Т. II. – М.: Наука, 1964. – 466 с.

UO'K: 581.19:582.972.4

O‘ZBEKISTONNING TURLI HUDUDLARIDAN YIG‘ILGAN *RUBIA TINCTORUM* L. POPULYATSIYALARINING MORFOFIZIOLOGIK VA BIOKIMYOVIY XUSUSIYATLARI

S.H.Hojibobyeva, ilmiy xodim, Guliston davlat universiteti Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy-tadqiqot instituti, Guliston
R.S.Muxamedov, ilmiy xodim, Guliston davlat universiteti Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy-tadqiqot instituti, Guliston
A.X.Islomov, ilmiy xodim, Guliston davlat universiteti Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy-tadqiqot instituti, Guliston

Annotatsiya. *O‘zbekiston hududlaridan yig‘ilgan Rubia tinctorum L. populyatsiyalarining morfologik, fiziologik va biokimyoviy xususiyatlari kompleks baholandi. O‘simliklarning morfometrik ko‘rsatkichlari, fotosintetik pigmentlar, erkin prolin, malondialdegid (MDA) hamda antioksidant fermentlar (SOD, CAT va POD) faolligi qiyosiy tahlil qilindi.*

Kalit so‘zlar: *Rubia tinctorum L., fotosintetik pigmentlar, prolin, ekologik moslanish.*

Аннотация. *Проведена комплексная оценка морфологических, физиологических и биохимических особенностей популяций Rubia tinctorum L., собранных в зонах Узбекистана. Сравнительно проанализированы морфометрические показатели, содержание фотосинтетических пигментов, свободного пролина, малонового диальдегида (МДА), а также активность антиоксидантных ферментов (СОД, КАТ и ПОД).*

Ключевые слова: *Rubia tinctorum L., пигменты, пролин, экологическая адаптация.*

Abstract. *The morphological, physiological and biochemical characteristics of Rubia tinctorum L. populations collected from the regions of Uzbekistan were comprehensively evaluated. Morphometric traits, photosynthetic pigments, free proline, malondialdehyde (MDA) and the activity of antioxidant enzymes (SOD, CAT and POD) were compared.*

Key words: *Rubia tinctorum L., photosynthetic pigments, proline, ecological adaptation.*

Kirish. *Rubia tinctorum* L. (bo‘yoqdor ro‘yan) - Rubiaceae oilasiga mansub ko‘p yillik dorivor o‘simlik bo‘lib, uning ildiz va ildizpoyalarida to‘planadigan antraxinon birikmalari (alizarin, purpurin, ruberitrin kislotasi) farmatsevtika, oziq-ovqat va tabiiy bo‘yoqlar ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi [1]. Tur tabiiy holda Yevropa, Kavkaz va Markaziy Osiyoda, jumladan O‘zbekistonning turli tuproq-iqlim sharoitlariga ega mintaqalarida uchraydi; turli sharoitlarda shakllangan populyatsiyalar o‘sish sur’ati, biomassa to‘plashi va noqulay omillarga moslanish darajasi bo‘yicha farqlanadi [2].

Moslanish darajasini baholashda fotosintetik pigmentlar miqdori, erkin prolin va malondialdegid (MDA) to‘planishi hamda superoksid dismutaza (SOD), katalaza (CAT) va peroksidaza (POD) faolligi asosiy mezonlar hisoblanadi [3]. Hozirgacha olib borilgan tadqiqotlarning asosiy qismi *R. tinctorum* ning kimyoviy tarkibi va antraxinonlar biosinteziga bag‘ishlangan [1, 4], biroq turli tuproq-iqlim sharoitlarida tarqalgan populyatsiyalarni kompleks qiyosiy baholash bo‘yicha ma’lumotlar yetarli emas.

Ishning maqsadi - O‘zbekistonning turli hududlarida tarqalgan *R. tinctorum* populyatsiyalarining morfologik, fiziologik va biokimyoviy xususiyatlarini qiyosiy baholash hamda istiqbolli populyatsiyalarni aniqlashdan iborat.

Tadqiqot obyekti va usullari. Tadqiqot obyekti — *Rubia tinctorum* L. ning oltita tabiiy populyatsiyasi. Namunalar 2025-yilning iyun–avgust oylarida Toshkent botanika bog‘i (TSB), Chirchiq daryosi havzasi (CHR), Farg‘ona vodiysi (FER), Zarafshon vodiysi (SAM), Andijon (AND) va Surxondaryo (SUR) hududlaridan yig‘ildi. Gullash fazasidagi sog‘lom o‘simliklardan har bir populyatsiyada tasodifiy usulda 10 tadan namuna olindi (ular orasidagi masofa kamida 5–10 m).

Morfologik ko‘rsatkichlar standart geobotanik va biometrik usullar asosida aniqlandi. Fotosintetik pigmentlar 80 % li atseton yordamida ekstraksiya qilinib, Lichtenthaler usuli bo‘yicha spektrofotometrik baholandi [5]. Erkin prolin Bates va hammualliflari usuli bo‘yicha ninhidrin

reaksiyasi yordamida [6], MDA esa Heath va Packer usuli asosida tiobarbitur kislotasi bilan hosil qilgan kompleksning optik zichligi orqali [7] aniqlandi. SOD faolligi nitroko'k tetrazoliyning fotokimyoviy qaytarilishini ingibitsiyalash [8], CAT faolligi vodorod peroksidning parchalanish tezligi [9], POD faolligi guayakolning oksidlanish reaksiyasi [10] bo'yicha baholandi; ferment faolligi eruvchan oqsil miqdoriga nisbatan hisoblandi.

Tajribalar uchta biologik va uchta analitik takrorlanishda bajarildi; natijalar M ± SD ko'rinishida keltirilgan. Farqlar One-way ANOVA va Tukey HSD testi yordamida baholandi ($P < 0,05$); ma'lumotlarga IBM SPSS Statistics 27.0 dasturida ishlov berildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. *Rubia tinctorum* L.ning morfometrik tahlil populyatsiyalar o'rtasida vegetativ rivojlanish jadalligi bo'yicha ishonchli tafovutlar mavjudligini ko'rsatdi (1-jadval; barcha belgilar bo'yicha $P < 0,001$).

1-jadval

***Rubia tinctorum* L. populyatsiyalarining morfologik ko'rsatkichlari (M ± SD, n = 10)**

Popul.	Bo'yi, sm	Poya diam., mm	Barg yuzasi, sm²	Ildiz uzunl., sm	Ildiz diam., mm	Yangi biom., g	Quruq biom., g
TSB	48,3 ± 2,1^{d}	3,2 ± 0,2^{d}	12,4 ± 0,8^{c}	18,5 ± 1,2^{d}	4,1 ± 0,3^{d}	28,6 ± 2,3^{d}	9,4 ± 0,8^{d}
CHR	62,7 ± 3,4^{b}	4,5 ± 0,3^{b}	18,6 ± 1,2^{b}	24,3 ± 1,8^{b}	5,8 ± 0,4^{b}	41,2 ± 3,1^{b}	13,7 ± 1,1^{b}
FER	56,4 ± 2,8^{c}	3,9 ± 0,2^{c}	15,8 ± 1,0^{c}	21,7 ± 1,5^{c}	5,1 ± 0,3^{c}	35,8 ± 2,7^{c}	11,8 ± 0,9^{c}
SAM	60,1 ± 3,1^{bc}	4,2 ± 0,3^{bc}	17,2 ± 1,1^{b}	23,6 ± 1,6^{b}	5,5 ± 0,4^{bc}	39,5 ± 2,9^{bc}	12,9 ± 1,0^{b}
AND	53,8 ± 2,5^{c}	3,6 ± 0,2^{cd}	14,3 ± 0,9^{c}	20,1 ± 1,3^{c}	4,7 ± 0,3^{cd}	32,4 ± 2,5^{cd}	10,6 ± 0,8^{c}
SUR	68,5 ± 3,6^{a}	4,9 ± 0,4^{a}	21,3 ± 1,5^{a}	27,8 ± 2,1^{a}	6,5 ± 0,5^{a}	48,7 ± 3,8^{a}	16,2 ± 1,3^{a}
F	**18,76**	**15,42**	**22,15**	**19,88**	**16,93**	**21,47**	**20,14**

Izoh. Bir ustundagi turli harflar bilan belgilangan qiymatlar Tukey HSD testi bo'yicha $P < 0,05$ darajada ishonchli farq qiladi.

SUR (Surxondaryo) populyatsiyasi deyarli barcha belgilar bo'yicha eng yuqori (o'simlik bo'yi 68,5 sm, ildiz uzunligi 27,8 sm, quruq biomassa 16,2 g), TSB esa eng past qiymatlarni namoyon etdi (48,3 sm; 18,5 sm; 9,4 g). Bunday farqlar populyatsiyalar shakllangan ekologik sharoitlar bilan izohlanadi: Surxondaryoda vegetatsiya davrining uzoqligi va intensiv radiatsiya sharoitida chuqur rivojlangan ildiz tizimi suv va mineral elementlarni samarali o'zlashtirishga imkon beradi. Ildiz biomassasining ortishi ayni paytda xomashyo sifatining yaxshilanishini ham bildiradi, chunki antraxinonlar asosan ildiz va ildizpoyalarda to'planadi [1]. Baghalian va hammualliflari Eron populyatsiyalarida ham agrobiologik belgilardagi farqlar geografik kelib chiqish bilan bog'liqligini qayd etgan [2].

Barcha pigment ko'rsatkichlari bo'yicha populyatsiyalar o'rtasida ishonchli farqlar aniqlandi ($P \leq 0,002$; 2-jadval).

2-jadval

***Rubia tinctorum* L. populyatsiyalarida fotosintetik pigmentlar miqdori, mg g^{-1} FW (M ± SD, n = 3)**

Popul.	Xlorofill a	Xlorofill b	Umumiy xlorofill	Karotinoidlar	Chl a/b	Chl/Car
TSB	1,20 ± 0,02	0,39 ± 0,01	1,78 ± 0,02	0,37 ± 0,01	3,03 ± 0,23	4,20 ± 0,26
CHR	1,22 ± 0,02	0,42 ± 0,02	1,61 ± 0,02	0,40 ± 0,01	3,03 ± 0,06	3,77 ± 0,06
FER	1,19 ± 0,01	0,38 ± 0,01	1,42 ± 0,02	0,40 ± 0,01	2,80 ± 0,17	3,37 ± 0,06
SAM	1,18 ± 0,01	0,37 ± 0,01	1,44 ± 0,01	0,38 ± 0,01	2,80 ± 0,05	3,47 ± 0,15
AND	1,23 ± 0,01	0,35 ± 0,01	1,51 ± 0,02	0,33 ± 0,01	3,30 ± 0,04	4,27 ± 0,31
SUR	1,17 ± 0,01	0,33 ± 0,02	1,40 ± 0,01	0,40 ± 0,01	2,87 ± 0,06	3,17 ± 0,29
F	**10,10**	**20,06**	**390,76**	**28,75**	**7,41**	**13,34**

Izoh. Barcha ko'rsatkichlar bo'yicha farqlar One-way ANOVA bo'yicha ishonchli ($P \leq 0,002$). FW - ho'l massa.

Xlorofill *a* miqdori AND da eng yuqori (1,23 mg g^{-1}), SUR da eng past (1,17 mg g^{-1}) bo'lib, farq 5 % ni tashkil etdi; xlorofill *b* bo'yicha tafovut kattaroq bo'ldi — CHR da 0,42, SUR da 0,33 mg g^{-1} (27 % ga yaqin). Xlorofill *b* yorug'lik yig'uvchi antenna komplekslari tarkibiga kirgani sababli uning CHR da yuqoriligi yorug'likni ushlab qolish imkoniyati kattaroq ekanligini bildiradi. Umumiy xlorofill bo'yicha eng yuqori ko'rsatkich TSB (1,78 mg g^{-1}), eng past qiymatlar SUR (1,40) va FER (1,42) da qayd etildi.

Diqqatga sazovor jihati shundaki, morfologik belgilar bo'yicha yetakchi bo'lgan SUR populyatsiyasi xlorofill miqdori bo'yicha oxirgi o'rinni egalladi. Croce va van Amerongen ta'kidlaganidek, mahsuldorlikni baholashda pigmentlar konsentratsiyasining o'zi yetarli emas -

fotosintez samaradorligi barg anatomiyasi, elektron transport tezligi va CO_2 assimilatsiyasi bilan ham bog‘liq [11]. Karotinoidlar CHR, FER va SUR da eng yuqori (0,40 mg g^{-1}), AND da eng past (0,33 mg g^{-1}) bo‘ldi. SUR da umumiy xlorofill eng past bo‘lgani holda karotinoidlar ulushining yuqoriligi va Chl/Car nisbatining eng past qiymati (3,17) fotohimoya mexanizmlari kuchliroq rivojlanganini ko‘rsatadi. Xlorofill *a/b* nisbati esa 2,80–3,30 oralig‘ida bo‘lib, sog‘lom barglarga xos 2,5–3,5 diapazoniga to‘g‘ri keldi. Erkin prolin osmotik potensialni me’yorlashtirish va reaktiv kislorod shakllarini (ROS) zararsizlantirishda ishtirok etsa, MDA lipid peroksidlanishining asosiy biomarkeri hisoblanadi; SOD, CAT va POD superoksid radikali va vodorod peroksidni zararsizlantiradi (3-jadval).

3-jadval

Rubia tinctorum L. populyatsiyalarida prolin, MDA va antioksidant fermentlar faolligi (M ± SD, n = 3)

Popul.	Prolin, µmol g^{-1} FW	MDA, nmol g^{-1} FW	SOD, U mg^{-1} oqsil	CAT, µmol H_2O_2 min^{-1} mg^{-1} oqsil	POD, U mg^{-1} oqsil
TSB	1,61 ± 0,07^{c}	2,42 ± 0,12^{d}	86,53 ± 1,17^{a}	22,00 ± 0,72^{c}	34,73 ± 0,90^{b}
CHR	2,06 ± 0,21^{b}	2,86 ± 0,21^{d}	87,30 ± 3,33^{a}	24,00 ± 1,14^{ab}	36,07 ± 0,32^{a}
FER	1,41 ± 0,03^{c}	4,21 ± 0,34^{b}	76,40 ± 1,45^{c}	20,63 ± 0,80^{c}	34,50 ± 0,82^{b}
SAM	2,98 ± 0,20^{ab}	5,38 ± 0,41^{a}	83,13 ± 0,55^{b}	23,50 ± 1,54^{b}	30,23 ± 0,55^{c}
AND	1,99 ± 0,10^{c}	3,45 ± 0,34^{c}	81,43 ± 1,00^{b}	22,03 ± 0,38^{c}	35,47 ± 0,15^{a}
SUR	3,29 ± 0,14^{a}	5,35 ± 0,05^{a}	86,77 ± 0,85^{a}	24,50 ± 0,89^{a}	34,13 ± 0,64^{b}
P	**< 0,001**	**< 0,001**	**< 0,001**	**0,003**	**< 0,001**

Izoh. Bir ustundagi turli harflar (a–d) bilan belgilangan qiymatlar Tukey HSD testi bo‘yicha $P < 0,05$ darajada ishonchli farq qiladi. SOD, CAT va POD uchun F qiymatlari mos ravishda 19,34; 6,72 va 32,80. FW - ho‘l massa.

Prolin miqdori populyatsiyalar o‘rtasida deyarli 2,3 barobar farq qildi: eng yuqori ko‘rsatkichlar SUR (3,29 µmol g^{-1}) va SAM (2,98 µmol g^{-1}), eng past esa FER (1,41 µmol g^{-1}) da qayd etildi. MDA miqdori 2,42–5,38 nmol g^{-1} oralig‘ida o‘zgardi (farq 2,2 barobar), eng yuqori qiymatlar SAM va SUR da qayd etildi. Biroq SUR da yuqori MDA fiziologik holatning yomonlashganini bildirmaydi: bu yerda prolin ham, SOD (86,77 U mg^{-1}) va CAT (24,50 µmol H_2O_2 min^{-1} mg^{-1}) faolligi ham eng yuqori bo‘lib, zarar yetkazuvchi va himoyalovchi jarayonlar o‘rtasida dinamik muvozanat shakllangan. FER da esa prolin, SOD (76,40) va CAT (20,63) eng past bo‘lgani holda MDA yuqori (4,21 nmol g^{-1}) bo‘ldi - bu ROS ni zararsizlantirish imkoniyati cheklanganini ko‘rsatadi.

POD faolligi bo‘yicha eng katta tafovut kuzatildi ($F = 32,80$): eng yuqori qiymatlar CHR (36,07) va AND (35,47), eng past esa SAM (30,23 U mg^{-1}) da aniqlandi. SAM da MDA eng yuqori bo‘lgani holda POD faolligining eng past bo‘lishi H_2O_2 ning asosan CAT orqali parchalanayotganini, ya’ni ikki ferment o‘rtasida funksional kompensatsiya mavjudligini ko‘rsatishi mumkin. Foyer va Noctor antioksidant fermentlar yagona redoks tarmog‘i sifatida faoliyat yuritishini [12], Mittler esa ROS ning ortishi ushbu fermentlar genlari ekspressiyasini faollashtirishini [13] ko‘rsatgan.

Xulosa. *Rubia tinctorum* L.ning SUR populyatsiyasi vegetativ rivojlanish jadalligi, eng yuqori prolin to‘planishi (3,29 µmol g^{-1} FW), SOD va CAT faolligi hamda karotinoidlar ulushining yuqori, CHR populyatsiyasi xlorofill *b* (0,42 mg g^{-1} FW), karotinoidlar (0,40 mg g^{-1} FW) va POD faolligining (36,07 U mg^{-1} oqsil) yuqoriligi bilan, FER populyatsiyasida past prolin (1,41 µmol g^{-1} FW) va ferment faolligi fonida MDA ning yuqoriligi (4,21 nmol g^{-1} FW) oksidlovchi stressga sezgirlikni ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Derksen G.C.H., van Beek T.A. Rubia tinctorum L. // Studies in Natural Products Chemistry. – Amsterdam: Elsevier, 2002. – Vol. 26. – P. 629–684.

2. Baghalian K., Maghsodi M., Naghavi M.R. Genetic diversity of Rubia tinctorum populations based on agro-morphological traits and RAPD markers // Industrial Crops and Products. – 2010. – Vol. 31. – P. 557–562.

3. Hosseinifard M., Stefaniak S., Ghorbani Javid M. et al. Contribution of exogenous proline to abiotic stress tolerance in plants: A review // International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – Vol. 23. – Article 5186.

4. Ismoilova K.M., Kushiev Kh.H., Khidyrova N.K. et al. Dynamics of flavonoid accumulation during the flowering phenological phase of Vicia angustifolia L. under saline soil conditions // Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences. – 2026. – Vol. 14. – P. 79–84.

5. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes // Methods in Enzymology. – 1987. – Vol. 148. – P. 350–382.

6. Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies // Plant and Soil. – 1973. – Vol. 39, № 1. – P. 205–207.

7. Heath R.L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Archives of Biochemistry and Biophysics. – 1968. – Vol. 125, № 1. – P. 189–198.

8. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants // Plant Physiology. – 1977. – Vol. 59, № 2. – P. 309–314.

9. Aebi H. Catalase in vitro // Methods in Enzymology. – 1984. – Vol. 105. – P. 121–126.

10. Chance B., Maehly A.C. Assay of catalases and peroxidases // Methods in Enzymology. – 1955. – Vol. 2. – P. 764–775.

11. Croce R., van Amerongen H. Light harvesting in oxygenic photosynthesis: Structural biology meets spectroscopy // Science. – 2020. – Vol. 369, № 6506. – Article eaay2058.

12. Foyer C.H., Noctor G. Redox homeostasis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses // The Plant Cell. – 2005. – Vol. 17, № 7. – P. 1866–1875.

13. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // Trends in Plant Science. – 2002. – Vol. 7, № 9. – P. 405–410.

UO'K: 579.64:60:632.4:634.11

FUNGAL APPLE DISEASES IN UZBEKISTAN: DISTRIBUTION, CURRENT MANAGEMENT PRACTICES, AND SUSTAINABILITY CHALLENGES

D.R. Jo'rayeva, PhD student, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent

J.B. Pirmatova, intern-researcher, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent

Annotatsiya. *Olma yetishtirish O'zbekiston qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti va eksport bozorining asosi hisoblanadi, biroq uning barqarorligiga endemik va zamburug'li patogenlar xavf tug'dirmoqda. Ushbu maqola O'zbekistondagi intensiv olma bog'lariga zarar yetkazuvchi asosiy zamburug'li kasalliklar, xususan, olma parshasi (Venturia inaequalis), un shudring (Podosphaera leucotricha) va qo'ng'ir chirish (Monilinia spp.) bo'yicha joriy epidemiologik ma'lumotlar va kurashish amaliyotlarini umumlashtiradi. Markaziy Osiyo yovvoyi olma turlari (Malus sieversii) va ular bilan bog'liq patogenlarning evolyutsion kelib chiqish markazi bo'lib, bu kasalliklarning chuqur o'rnashgan tabiiy o'choqlari shakllanishiga olib keladi. O'zbekistonda kasalliklarga qarshi kurashishning hozirgi holati asosan an'anaviy kimyoviy fungitsidlarni qo'llashga asoslangan. Biroq, bu yondashuv barqaror rivojlanish borasida jiddiy muammolarga, jumladan, ko'p turdagi fungitsidlarga chidamlilikning tez yuzaga kelishi, kichik fermer xo'jaliklari uchun iqtisodiy yukning ortishi va xalqaro miqyosda pestitsid qoldiqlarining ruxsat etilgan me'yorlari (MRL) bo'yicha talablarning tobora qat'iylashib borishiga to'qnash kelmoqda. Bundan tashqari, iqlim omillarining o'zgarishi patogenlar hayot davrining tezlashishiga xavf tug'diradi. Mintaqaviy olma yetishtirishning kelajagini ta'minlash uchun kimyoviy qaramlikdan voz kechish va biologik asosdagi integratsiyalashgan kurashish strategiyalariga o'tishga shoshilinch ehtiyoj mavjud. Mahalliy biofungitsidlarni yaratish uchun bog'larning tabiiy mikrobiomidan foydalanish ekologik barqarorlikni va eksport raqobatbardoshligini ta'minlagan holda, mavjud fitosanitariya va me'yoriy cheklovlarni yengib o'tishning juda istiqbolli yo'li hisoblanadi.*

Kalit so'zlar: *Venturia inaequalis, Monilinia fructigena, fungitsidlarga chidamlilik, fitopatologiya, kasallik va zararkunandalarga qarshi integratsiyalashgan kurash (IPM), Markaziy Osiyo, bionazorat.*

Аннотация. *Производство яблок является краеугольным камнем сельскохозяйственной экономики и экспортного рынка Узбекистана, однако его жизнеспособность находится под серьезной угрозой из-за эндемичных и новых грибковых патогенов. В данном обзоре обобщены современные эпидемиологические данные и методы борьбы с основными грибковыми заболеваниями, поражающими интенсивные яблоневые сады в Узбекистане, в частности, паршой яблони (Venturia inaequalis), мучнистой росой (Podosphaera leucotricha) и бурой гнилью (Monilinia spp.). Центральная Азия является эволюционным центром происхождения как диких видов яблони (Malus sieversii), так и связанных с ними патогенов, что обуславливает наличие глубоко укоренившихся природных резервуаров инфекции. Современная борьба с заболеваниями в Узбекистане в значительной степени опирается на применение традиционных химических фунгицидов. Однако этот монолитный подход*

сталкивается с серьезными проблемами в области устойчивого развития, включая быстрое появление множественной резистентности к фунгицидам, растущее экономическое бремя для мелких фермерских хозяйств и все более строгие международные стандарты максимально допустимых уровней остатков пестицидов (МДУ/MRL). Кроме того, изменение климатических переменных грозит ускорением жизненных циклов патогенов. Для обеспечения будущего регионального производства яблок существует острая необходимость перехода от химической зависимости к интегрированным, биологически обоснованным стратегиям защиты растений. Использование нативного микробиома садов для разработки целевых местных биофунгицидов представляет собой весьма многообещающий путь для преодоления текущих фитосанитарных и нормативных ограничений, обеспечивая как экологическую стабильность, так и экспортную конкурентоспособность.

Ключевые слова: *Venturia inaequalis, Monilinia fructigena, резистентность к фунгицидам, фитопатология, интегрированная система защиты растений (IPM), Центральная Азия, биоконтроль.*

Abstract. *Apple production is a cornerstone of Uzbekistan's agricultural economy and export market, yet its viability is severely threatened by endemic and emerging fungal pathogens. This review synthesizes current epidemiological data and management practices concerning the primary fungal diseases affecting intensive apple orchards in Uzbekistan, specifically apple scab (Venturia inaequalis), powdery mildew (Podosphaera leucotricha), and brown rot (Monilinia spp.). Central Asia represents the evolutionary center of origin for both wild apple species (Malus sieversii) and these associated pathogens, resulting in deeply entrenched disease reservoirs. Current disease management in Uzbekistan relies heavily on conventional chemical fungicide applications. However, this monolithic approach faces critical sustainability challenges, including the rapid emergence of multi-fungicide resistance, escalating economic burdens on smallholder farmers, and increasingly stringent international Maximum Residue Limits (MRLs). Furthermore, shifting climatic variables threaten to accelerate pathogen life cycles. To secure the future of regional apple production, there is an urgent need to transition from chemical dependency toward integrated, biologically based management strategies. Exploiting the native orchard microbiome to develop targeted, indigenous biofungicides presents a highly promising pathway to overcome current phytosanitary and regulatory constraints, ensuring both ecological stability and export competitiveness.*

Keywords: *Venturia inaequalis, Monilinia fructigena, fungicide resistance, phytopathology, integrated pest management, Central Asia, biocontrol.*

1. Introduction. Apple production represents a critical agricultural commodity in Central Asia, with Uzbekistan serving as a major producing and exporting nation in the region. The cultivation of apple orchards supports rural livelihoods, generates substantial export revenue, and contributes significantly to food security, driving the economic feasibility of intensive agriculture in the country [1]. The expansion of high-density orchards has become one of the most uniquely vital branches of the local agricultural sector [2]. However, the productivity and economic viability of apple cultivation in Uzbekistan face a persistent and substantial threat from fungal diseases, which pose a severe risk to both domestic orchards and wild apple relatives [3]. Among these, diseases such as powdery mildew, driven heavily by species within the Podosphaera genus in regions like the Fergana Valley [4], alongside apple scab (Venturia inaequalis), brown rot (Monilinia species), and canker-causing pathogens, impose significant annual yield losses across apple-producing regions, limiting both domestic consumption and export market competitiveness [5,6].

Central Asia represents the established center of origin for Venturia inaequalis and wild apple species, which serve as natural genetic reservoirs [7]. Because the pathogen is deeply endemic to the region, recent molecular surveys in neighboring Kazakhstan and Kyrgyzstan documented infection rates of V. inaequalis at 16% across 30 wild and cultivated apple populations [8]. Furthermore, apple scab has been confirmed as a highly destructive disease requiring intensive management in the southern and southeastern regions of Kazakhstan [9].

Current management of apple fungal diseases in Uzbekistan relies heavily on chemical fungicide applications, following conventional integrated pest management (IPM) protocols. While chemical fungicides provide effective short-term disease control, this approach faces mounting challenges. First, evidence of fungicide resistance in Venturia inaequalis populations has been extensively documented globally, with isolates demonstrating reduced sensitivity to demethylation inhibitors (DMIs), quinone outside inhibitors (QoIs), and other fungicide classes [10,11]. Second, the escalating economic burden of continuous fungicide inputs—encompassing chemical acquisition, specialized application equipment, and labor—places disproportionate financial pressure on the smallholder farmers who form the foundation of Uzbekistan's agricultural sector [1]. Third, the rapid expansion of the region's horticultural export market is increasingly constrained by stringent international Maximum Residue Limits (MRLs) for pesticides; this regulatory pressure, combined with rising consumer demand for environmentally sustainable produce, creates urgent market barriers that conventional, chemical-dependent disease management systems can no longer adequately navigate [12].

The sustainability challenges facing current apple disease management in Uzbekistan extend beyond fungicide resistance and cost considerations. Environmental impacts include pesticide accumulation in soils and waterways, loss of beneficial arthropod biodiversity in orchards, and the profound disruption of natural microbial communities that provide essential ecosystem services [13]. Concurrently, climate variability and shifts in precipitation and temperature patterns across Central Asia are projected to significantly alter the epidemiology of fungal diseases, potentially accelerating ascospore maturation and favoring pathogen development under newly emerging environmental conditions [14,15]. Furthermore, organic apple production faces massive constraints under high fungal disease pressure; studies indicate that without synthetic chemicals, organic systems can experience substantially higher scab incidence and yield losses compared to integrated systems unless paired with rigorous, labor-intensive sanitation practices [16].

Despite these challenges, region-specific research on sustainable disease management in Uzbekistan remains critically underdeveloped. However, the native microbiome of Central Asian apple orchards presents a highly promising, underexplored reservoir for biocontrol. Recent studies have successfully isolated local apple-associated bacteria with strong antifungal activities against severe pathogens, proving the viability of native biological agents [3]. Harnessing these indigenous microbial resources to develop targeted biofungicides offers an economically and ecologically sound alternative to synthetic chemicals. This approach directly aligns with global shifts toward biologically based disease management while generating foundational knowledge for sustainable horticulture throughout the region [17].

This review synthesizes current knowledge on fungal diseases affecting apple in Uzbekistan, documents existing management practices employed by farmers and agricultural services, identifies critical sustainability challenges limiting the effectiveness and longevity of current approaches, and articulates research gaps that must be addressed to advance apple production sustainability in the region. By establishing a comprehensive baseline of the disease landscape and management constraints specific to Uzbekistan, this review sets the foundation for systematic investigation into novel, locally-informed biocontrol solutions grounded in the region's own microbial heritage.

2. Materials and Methods. To comprehensively evaluate the distribution, current management practices, and sustainability challenges of fungal apple diseases, a literature search was conducted utilizing Scopus, Web of Science, Google Scholar, and the MDPI database. The search strategy employed combinations of the following primary keywords: ("Venturia inaequalis" or "Podosphaera leucotricha" or "Monilinia") and ("apple scab" or "powdery mildew" or "brown rot") and ("disease management" or "fungicide resistance" or "sustainability").

To contextualize the findings specifically for the regional climate and agricultural sector, geographic identifiers ("Central Asia", "Uzbekistan", "Kazakhstan") were integrated into the searches.

Studies were included if they provided data on the epidemiology and regional distribution of the specified fungal pathogens, documented conventional disease management practices in orchard

settings, or analyzed the environmental and economic challenges associated with continuous chemical fungicide use. Foundational literature detailing the evolutionary biology of the pathogens and their origins in Central Asia was also included to establish a comprehensive baseline for the review.

3. Results. The transition toward high-density, intensive apple cultivation in Central Asia has fundamentally transformed regional agricultural economics; however, it has simultaneously altered orchard microclimates, inadvertently increasing host vulnerability to endemic fungal pathogens. The architectural density of modern commercial plantings restricts canopy airflow and elevates localized relative humidity, creating highly conducive environments for rapid fungal sporulation and infection [18]. This risk is uniquely compounded in Central Asia, a region characterized not only by expanding commercial horticulture but also as the undisputed evolutionary center of origin for Malus (wild apple) species and their highly adapted, co-evolved pathogens, most notably the causal agent of apple scab. Consequently, modern commercial orchards in Uzbekistan are subjected to intense, continuous disease pressure from ancient, genetically diverse fungal reservoirs persisting within the regional ecosystem. The following subsections detail the epidemiology, distribution, and critical management challenges of the primary fungal threats identified in the synthesized literature [7].

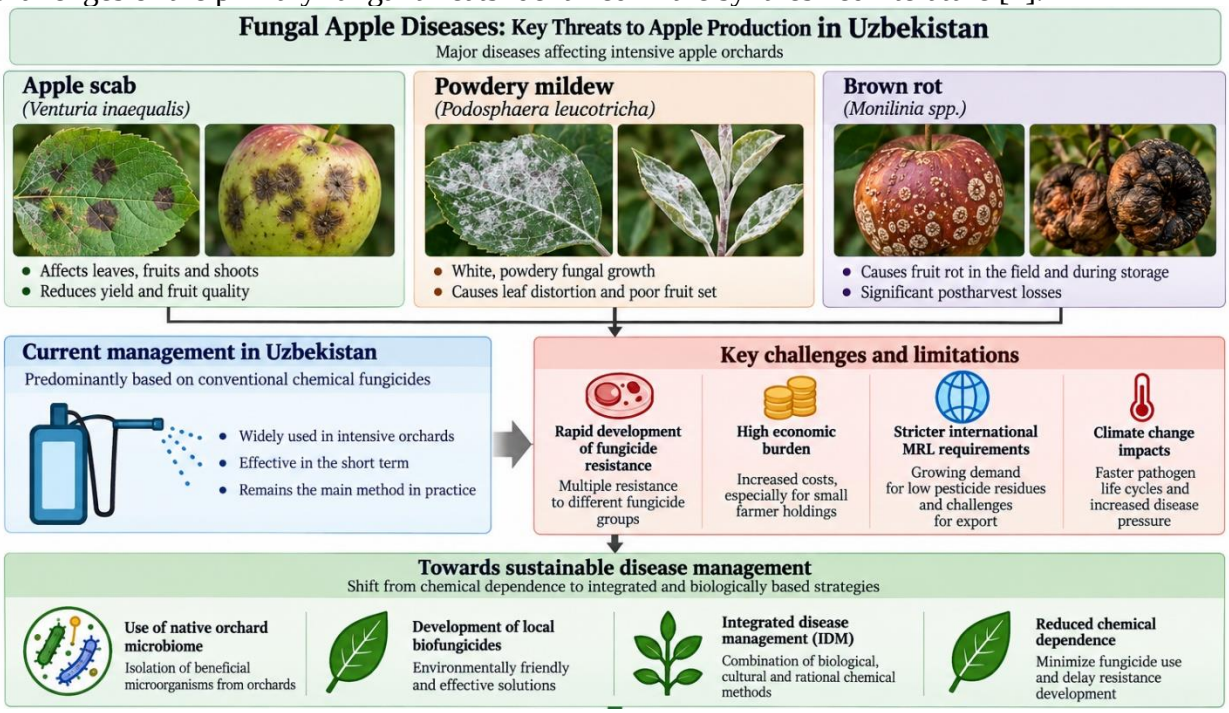


Figure 1. Major fungal diseases of apple, current management challenges, and sustainable disease-management strategies in Uzbekistan

3.1 Apple Scab

Apple scab, caused by the hemibiotrophic ascomycete *Venturia inaequalis*, represents one of the most pervasive and economically limiting fungal diseases in commercial apple production globally. Population genetics and demographic inference models confirm that the pathogen shares a deeply intertwined co-evolutionary history with its primary wild host *(Malus sieversii)*, definitively originating in the natural genetic reservoirs of Central Asia [19,20]. Contemporary molecular surveys continue to highlight the critical importance of these Central Asian geographic zones, where ancient fungal lineages actively persist alongside modern international strains in local orchards [8].

In modern agricultural ecosystems, the pathogen's life cycle is strictly regulated by microclimatic parameters within the orchard canopy. The fungus primarily overwinters as pseudothecia within accumulated leaf litter on the orchard floor. The maturation and subsequent explosive discharge of primary ascospores in the spring are definitively dictated by specific thresholds of temperature and accumulated moisture [21]. Understanding these exact moisture thresholds has led to novel management strategies in irrigated regions. For instance, recent field trials demonstrate that targeted, mid-day sprinkler irrigation can be strategically utilized on sunny days to artificially provoke massive ascospore ejection; because the surrounding environment remains dry and

unconducive to infection, this tactic rapidly depletes the primary overwintering inoculum, shortens the ascospore release season, and ultimately reduces apple scab incidence [22].

Historically, mitigating aggressive spring epidemics has necessitated an intense reliance on repeated applications of single-site, systemic fungicides. However, this monolithic chemical approach has inadvertently driven rapid evolutionary shifts within local pathogen populations, as continuous selection pressure forces the survival and reproduction of resistant isolates [23]. *V. inaequalis* exhibits a profound genetic capacity to adapt to this continuous chemical suppression, frequently demonstrating cross-resistance that severely limits the effectiveness of substitute fungicides within the same chemical class [24]. Furthermore, recent genotyping-by-sequencing studies have mapped specific quantitative trait loci (QTLs) associated with dose-dependent genetic resistance to azole fungicides, underscoring the complex, polygenic nature of the pathogen's adaptation to chemical stress [25].

Modern molecular investigations have explicitly characterized the target-site adaptations driving this resistance. For example, persistent exposure to sterol demethylation inhibitors (DMIs) actively selects for specific point mutations within the CYP51A1 gene—most notably the Y133F mutation—which directly neutralize the fungicide's biochemical efficacy and result in significantly higher effective concentration (EC50) values [26]. The compounding emergence of these genetically entrenched, multi-fungicide resistance phenotypes has severely compromised commercial control programs, reinforcing the critical necessity of transitioning toward alternative management paradigms, such as integrating strict sanitation techniques like leaf shredding to reduce baseline fungicide sensitivity [27].

3.2 Powdery Mildew

Apple powdery mildew, caused by the obligate biotrophic ascomycete Podosphaera leucotricha, represents the second most devastating fungal disease affecting apple production in Central Asia. The widespread presence and severe economic impact of this pathogen on local intensive orchards have been explicitly documented across all agricultural regions of Uzbekistan [28]. Furthermore, recent molecular screenings confirm the pervasive regional threat of this pathogen, underscoring the urgent necessity to evaluate local Uzbek apple germplasm for Pl resistance genes to combat the escalating disease pressure [29]. Regional field monitoring in the southern and southeastern regions of neighboring Kazakhstan also confirms the pathogen's high aggressiveness and widespread distribution across local commercial orchards [30]. Unlike apple scab, *P. leucotricha* conidia do not require free water for germination; in fact, heavy rainfall physically washes spores from the canopy and actively inhibits infection. Instead, optimal epidemiological development is strictly driven by the absence of leaf wetness paired with elevated relative canopy humidity a microclimatic condition that is frequently exacerbated within modern, high-density commercial plantings [31].

P. leucotricha is an ectoparasitic fungus, meaning its mycelial networks aggressively colonize the epidermal surface of young host tissues—such as emerging leaves, shoots, and blossoms while utilizing specialized intracellular haustoria to extract nutrients from the underlying epidermal cells. The epidemiological cycle in Central Asia is primarily dictated by the pathogen's specialized overwintering mechanism. Rather than relying on sexual chasmothecia in the orchard leaf litter, P. leucotricha perennates predominantly as dormant mycelium strictly encapsulated within the terminal buds of infected apple shoots formed during the previous season [32]. When these infected buds break dormancy in early spring, the surviving mycelia immediately resume growth, initiating severe primary infections on emerging tissues that rapidly produce masses of asexually derived conidia—visually recognizable as dense white powdery colonies—which are then wind-dispersed to ignite explosive, clonal secondary infection cycles throughout the early summer months [33].

The severity of powdery mildew epidemics in commercial orchards is strongly governed by host genotype. Many of the globally dominant commercial cultivars extensively cultivated in Uzbekistan are highly susceptible to P. leucotricha and require intensive, season-long chemical protection. To mitigate this chemical dependency, global breeding programs have historically focused on the introgression of major qualitative resistance genes. Recent molecular screenings confirm the

pervasive regional threat of this pathogen, underscoring the urgent necessity to evaluate local apple germplasm for these Pl resistance genes to combat the escalating disease pressure [29]. However, relying on isolated monogenic resistance remains fragile, as highly adaptable pathogen populations can rapidly evolve virulence to overcome single-gene barriers; consequently, modern phytopathological research emphasizes the critical need for molecular marker-assisted selection and genomic profiling to identify, stack, and pyramid polygenic, durable resistance traits from native wild Malus resources [34].

3.3 Brown Rot

Brown rot, primarily caused by fungal pathogens within the Monilinia genus, represents a severe, escalating phytosanitary threat to pome fruit production systems globally. While Monilinia species are historically known as devastating pathogens of stone fruits, recent epidemiological reviews emphasize that their destructive impact on pome fruits has reached critical levels worldwide, requiring immediate integrated management interventions [35]. This escalating threat is notably documented across Europe, where severe financial losses on pome and stone fruits have necessitated urgent shifts in regional disease control paradigms [36]. Within the specific context of Central Asia, recent molecular characterization and pathogenicity trials confirm that Monilinia fructigena has emerged as a highly aggressive pathogen on local commercial apple cultivars in Kazakhstan, driving significant lesion development and directly threatening both pre-harvest yield and post-harvest fruit quality [37]. Geographically, the semi-arid climate of Uzbekistan necessitates heavy reliance on localized irrigation systems to maintain intensive commercial apple orchards [38]. However, this specific agricultural practice inadvertently creates temporal vulnerability windows during spring; these artificial irrigation cycles generate the transient microclimatic canopy humidity that is universally required for Monilinia spore germination and rapid orchard dissemination [39].

The epidemiological cycle of brown rot in apple orchards is fundamentally driven by the persistence of overwintering inoculum and is consequently heavily dependent on rigorous orchard sanitation. The pathogen *(Monilinia fructigena)* initiates its annual infection cycle via airborne conidia, which serve as the most common mechanism of early pathogen spread. According to quantitative aerobiological tracking, overwintered apple fruit mummies provide the primary inoculum at the beginning of the season, serving as a direct source of infection to newly developing fruits; subsequently, these early fallen infected apples act as a critical secondary infection source for mature fruits, which typically manifest their first rot symptoms between two weeks and two months post-infection [40,41]. Furthermore, the age and structural maintenance of the host tree significantly impact this infection cycle. Recent field evaluations of *M. fructigena* in apple orchards confirm that older, mature apple plantings are highly susceptible to the disease and frequently act as concentrated primary inoculum sources; within these aging canopies, optimal ambient temperatures ranging strictly between 15°C and 25°C, combined with high relative humidity and wind, directly favor explosive pathogen development, particularly during the critical fruit ripening period [42].

Management of Monilinia is significantly constrained by the biological persistence of the pathogen and escalating global regulatory limits on chemical residues. While conventional pre-harvest fungicide applications remain the standard intervention, extensive epidemiological reviews of M. fructigena in European apple orchards demonstrate that the efficacy of generic chemical spray programs is increasingly challenged by the pathogen's ability to survive latently within the fruit; this latent infection frequently bypasses field treatments only to manifest as destructive rot later during the post-harvest storage period [43]. Because chemical-dependent systems face strict maximum residue limit (MRL) restrictions for stored pome fruits intended for international export, modern phytopathological research urgently advocates for the integration of bio-based and GRAS (Generally Recognized as Safe) alternatives tailored specifically for post-harvest protection. Recent in vivo evaluations on commercial apple cultivars demonstrate that applying specific food-grade additives—particularly sodium bicarbonate and copper sulphate coatings—directly to harvested apples effectively restricts the mycelial growth and spore germination of M. fructigena, providing a critical, pesticide-free intervention to significantly reduce disease incidence during the cold storage phase [44].

3.4 Fire Blight

Fire blight, caused by the bacterium *Erwinia amylovora*, represents a critical phytosanitary concern in Central Asian apple production. Over the last two decades, the pathogen has progressively spread eastward into several pome-fruit producing regions of Asia, creating an unprecedented threat not only to commercial agricultural production but also to the native mid-altitude forest ecosystems that harbor foundational wild apple genetics [45]. To combat this severe threat, modern molecular marker-assisted selection has been successfully utilized to screen and identify specific apple cultivars carrying genetic resistance to *E. amylovora*, establishing an essential foundational tool strictly within Kazakhstan's national breeding programs [46]. Furthermore, recent comprehensive field evaluations in Kazakhstan have successfully assessed eleven commercial apple rootstocks, identifying specific rootstock genotypes with high resistance to local pathogen pressure [47].

Secondary Fungal Pathogens: Glomerella and Colletotrichum Species

Secondary fungal pathogens, particularly those belonging to the Colletotrichum gloeosporioides species complex responsible for Glomerella leaf spot and bitter rot, occur sporadically in Central Asian apple orchards and typically exploit senescent tissue, mature fruit, or trees under physiological stress. These pathogens generally require specific environmental conditions such as prolonged periods of warm temperatures combined with high relative humidity and fruit injury and often become economically significant only when primary disease management fails or orchard sanitation is compromised [48,49]. Recent comprehensive reviews of these pathogens emphasize that the causal agents belong to a highly diverse taxonomic complex encompassing over two dozen distinct species that exhibit significantly varying baseline sensitivities to standard fungicides; consequently, effective management to prevent severe pre-harvest fruit rot now requires precise, resistance-aware control strategies tailored to local pathogen populations rather than generic chemical applications [50].

Understanding the epidemiological role of native flora is critical for regional disease management, as wild apple populations *(Malus sieversii)* persisting in the mountainous regions of Central Asia represent both a crucial reservoir of untapped disease resistance genes and a potential natural source of persistent fungal inoculum for commercial orchards [51]. Furthermore, modern pathogen populations are highly dynamic; ongoing evolutionary shifts and the rapid development of specific genetic resistance to modern systemic fungicides within local Venturia inaequalis populations underscore the absolute fragility of chemical-dependent systems [52]. This evolutionary perspective highlights the critical necessity for adaptive, sustainable management approaches in commercial apple production, directly supporting the implementation of biofungicide-based and integrated disease management strategies [53]. The key findings of recent studies relevant to apple disease management and sustainability are presented in Table 1.

Table 1.

Evidence from original research studies relevant to apple disease management and sustainability

Study	Disease/ target	Main finding	Management implication	Reference
Kostyukova et al., 2025	Apple scab, *V. inaequalis*	Morphological and molecular analyses characterized *V. inaequalis* from wild and cultivated apple populations in Kazakhstan and Kyrgyzstan.	Supports pathogen surveillance.	[8]
Madenova et al., 2024	Apple scab	Apple cultivars were screened for resistance to *V. inaequalis* under Kazakhstan conditions.	Supports resistant cultivar selection.	[9]
Prodorutti et al., 2024	Apple scab	Targeted irrigation promoted ascospore ejection, shortened the ascospore-release period, and reduced scab incidence.	Supports inoculum management.	[22]
Ayer et al., 2020	*V. inaequalis* / fungicide resistance	Fungicide dose and mixtures influenced the development of resistance in *V. inaequalis*.	Supports resistance-aware fungicide use.	[23]

Cordero-Limon et al., 2021	*V. inaequalis* / fungicide resistance	Cross-resistance between myclobutanil and tebuconazole was demonstrated.	Supports mode-of-action management.	[24]
Heaven et al., 2023	*V. inaequalis* / azole resistance	Dose-dependent genetic resistance to azole fungicides was identified in apple scab populations.	Supports resistance monitoring.	[25]
Meitz-Hopkins et al., 2023	Apple scab	Leaf shredding was evaluated for reducing scab inoculum and managing DMI resistance.	Supports orchard sanitation.	[27]
Gañán-Betancur et al., 2021	*P. leucotricha*	Predominantly clonal populations of *P. leucotricha* showed high genetic diversity.	Highlights resistance challenges.	[33]
Pfeifer et al., 2025	Powdery mildew resistance	Genetic mapping identified markers and candidate genes associated with powdery mildew resistance in *Malus baccata*.	Supports resistance breeding.	[34]
Kostyukova et al., 2025	*M. fructigena*	*M. fructigena* was isolated and molecularly identified from apple fruit in the Almaty region of Kazakhstan.	Supports pathogen surveillance.	[37]
Dvořák et al., 2025	*M. fructigena*	Airborne *M. fructigena* was detected using aerobiological sampling combined with qPCR.	Supports inoculum monitoring.	[41]
Lyousfi et al., 2023	Brown rot, *M. fructigena*	Organic and inorganic salts were evaluated for antifungal activity and effects on postharvest apple quality.	Supports postharvest alternatives.	[44]

4. Discussion. The synthesis of contemporary epidemiological data highlights an escalating sustainability crisis in the chemical management of apple fungal pathogens across Central Asia. The historical reliance on continuous, single-site fungicide applications has exerted intense selective pressure on endemic pathogen populations, predictably driving rapid evolutionary adaptation [23]. This monolithic chemical approach is increasingly compromised by target-site mutations; for instance, established alterations in the CYP51A1 gene within *Venturia inaequalis* populations have fundamentally neutralized the biochemical efficacy of sterol demethylation inhibitors (DMIs) [26]. Furthermore, the complex polygenic nature of these adaptations frequently results in broad cross-resistance, rendering alternative chemical classes ineffective within the high-density, humidity-trapping microclimates of modern orchards [24,25].

To circumvent these entrenched chemical resistance mechanisms, agricultural paradigms must shift toward biologically based integrated disease management. Because Central Asia represents the deeply intertwined evolutionary center of origin for both Malus sieversii and its associated pathogens, its native orchard ecosystems serve as a critical, diverse reservoir of indigenous antagonistic microflora [20]. Harnessing these locally adapted biological agents—particularly through the application of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)—offers a highly promising, ecologically sound biocontrol strategy [3]. The mechanisms underlying PGPR-mediated plant immunity, which range from early microbial recognition and competitive exclusion to the epigenetic priming of host defense responses, provide broad-spectrum pathogen suppression that effectively bypasses the target-site mutations neutralizing synthetic chemicals [17].

5. Conclusion. The sustainability of apple production in Uzbekistan is currently at a critical inflection point due to the escalating pressure of endemic fungal diseases, particularly Venturia inaequalis, Podosphaera leucotricha, and Monilinia species. While chemical fungicides have historically sustained intensive orchard systems, the rapid evolutionary adaptation of these pathogens and the mounting prevalence of multi-fungicide resistance have fundamentally compromised conventional management paradigms. Compounding these biological challenges are stringent international export regulations on pesticide residues and the environmental degradation associated with synthetic inputs. To secure the economic viability and ecological integrity of the Central Asian horticultural sector, a paradigm shift is urgently required. Future research and agricultural policy must prioritize the exploration and commercialization of biologically based alternatives. By isolating and deploying antagonistic microflora native to the local orchard ecosystems, Uzbekistan can develop

sustainable, high-efficacy biofungicides that bypass chemical resistance mechanisms, satisfy stringent export requirements, and preserve the vital biodiversity of the region's historical apple genetics.

REFERENCES:

1. Sultanov, B.; Abdurazakova, N.; Shermatov, O.; Fayziev, O.; Jumanov, A.; Dekhkanova, N. The economic feasibility of cultivating intensive orchards. *E3S Web Conf.* 2021, *284*, 03006. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128403006

2. Ganiyeva, F.A. Apple tree productivity depending on planting density and rootstock variety combinations. *E3S Web Conf.* 2023, *389*, 03014. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903014

3. Bozorov, T.A.; Toshmatov, Z.O.; Kahar, G.; Muhammad, S.M.; Liu, X.; Zhang, D.; Aytenov, I.S.; Turakulov, K.S. Uncovering the antifungal activities of wild apple-associated bacteria against two canker-causing fungi, *Cytospora mali* and *C. parasitica*. *Sci. Rep.* 2024, *14*, 6307. https://doi.org/10.1038/s41598-024-56969-4

4. Abdurazakov, A.A.; Bulgakov, T.S.; Kholmuradova, T.N.; Gafforov, Y.S. Powdery mildew fungi (Erysiphaceae) of the Fergana Valley (within Uzbekistan): a first annotated checklist. *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 2021, *55*, 55–78. https://doi.org/10.31111/nsnr/2021.55.1.55

5. Nybom, H.; Ahmadi-Afzadi, M.; Rumpunen, K.; Tahir, I. Review of the impact of apple fruit ripening, texture and chemical contents on genetically determined susceptibility to storage rots. *Plants* 2020, *9*, 831. https://doi.org/10.3390/plants9070831

6. Awan, S.I.; Thapa, R.; Svara, A.; Feulner, H.; Streb, N.; Khan, A. Evaluation of *Malus* germplasm identifies genetic sources of powdery mildew and Frogeye leaf spot resistance for apple breeding. *Phytopathology* 2023, *113*, 1289–1300. https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-22-0417-R

7. Gladieux, P.; Zhang, X.-G.; Afoufa-Bastien, D.; Valdebenito Sanhueza, R.-M.; Sbaghi, M.; Le Cam, B. On the origin and spread of the Scab disease of apple: out of central Asia. *PLoS ONE* 2008, *3*, e1455. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001455

8. Kostyukova, V.; Pozharskiy, A.; Khusnitdinova, M.; Nizamdinova, G.; Gritsenko, D. Morphological and molecular characterization of apple scab (*Venturia inaequalis*) in Kazakhstan and Kyrgyzstan. *Curr. Issues Mol. Biol.* 2025, *47*, 1011. https://doi.org/10.3390/cimb47121011

9. Madenova, A.; Aitymbet, Z.; Bolat, M.; Kaldybayeva, D.; Galymbek, K.; Kuan, A.; Kabylbekova, B.; Irkitbay, A.; Yeszhanov, T.; Bakirov, S.; et al. Screening of apple cultivars for scab resistance in Kazakhstan. *Horticulturae* 2024, *10*, 184. https://doi.org/10.3390/horticulturae10020184

10. Chapman, K.S.; Sundin, G.W.; Beckerman, J.L. Identification of resistance to multiple fungicides in field populations of *Venturia inaequalis*. *Plant Dis.* 2011, *95*, 921–926. https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0899

11. Villani, S.M.; Biggs, A.R.; Cooley, D.R.; Raes, J.J.; Cox, K.D. Prevalence of myclobutanil resistance and difenoconazole insensitivity in populations of *Venturia inaequalis*. *Plant Dis.* 2015, *99*, 1526–1536. https://doi.org/10.1094/PDIS-01-15-0002-RE

12. Odabas, E.; Keklik, M.; Golge, O.; González-Curbelo, M.Á.; Kabak, B. Monitoring and risk assessment of multi-pesticide residues in apples: A focus on consumer safety. *Foods* 2024, *13*, 3186. https://doi.org/10.3390/foods13193186

13. Riedo, J.; Wettstein, F.E.; Rösch, A.; Di Giulio, M.; Ruffner, C.G.; Curran, M.; Bucheli, T.D. Widespread occurrence of pesticides in organically managed agricultural soils—the ghost of a conventional agricultural past? *Environ. Sci. Technol.* 2021, *55*, 2919–2928. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c06405

14. von Diest, S.G.; Meitz-Hopkins, J.C.; Rabie, A.A.; MacHardy, W.E.; Lennox, C.L. Temperature influence on pseudothecia development stages of *Venturia inaequalis* in the Western Cape of South Africa. *Plant Dis.* 2020, *104*, 147–153. https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0706-RE

15. Gouit, S.; Radi, M.; Taoussi, M.; Ezzouggari, R.; Farhaoui, A.; Belabess, Z.; Tahiri, A.; Lazraq, A.; Lahlali, R. Comprehensive review of apple scab disease: Pathogen biology, epidemiology, resistance, and advanced management strategies. *CAB Rev.* 2025, 0081. https://doi.org/10.1079/cabireviews.2025.0081

16. Antal, G.; Szabó, S.; Szarvas, P.; Holb, I.J. Yield and cost–benefit analyses for apple scab sanitation practices in integrated and organic apple management systems. *Plants People Planet* 2024, *6*, 470–489. https://doi.org/10.1002/ppp3.10460

17. Abdelfattah, A.; Freilich, S.; Bartnicki-Garcia, R.; Lou, B.; Halsall, J.; Bradman, W.; et al. Global analysis of the apple fruit microbiome: are all apples the same? *Environ. Microbiol.* 2021, *23*, 6038–6055. https://doi.org/10.1111/1462-2920.15469

18. Cornille, A.; Gladieux, P.; Smulders, M.J.M.; Roldán-Ruiz, I.; Laurens, F.; Le Cam, B.; Nersesyan, A.; Clavel, J.; Olonova, M.; Feugey, L.; et al. New insight into the history of domesticated apple: secondary contribution of the European wild apple to the genome of cultivated varieties. *PLoS Genet.* 2012, *8*, e1002703. https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002703

19. Bowen, J.K.; Mesarich, C.H.; Bus, V.G.M.; Beresford, R.M.; Plummer, K.M.; Templeton, M.D. *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab. *Mol. Plant Pathol.* 2011, *12*, 105–122. https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00656.x

20. Feurtey, A.; Guitton, E.; De Gracia Coquerel, M.; Duvaux, L.; Shiller, J.; Bellanger, M.-N.; Expert, P.; Sannier, M.; Caffier, V.; Giraud, T.; et al. Threat to Asian wild apple trees posed by gene flow from domesticated apple trees and their "pestified" pathogens. *Mol. Ecol.* 2020, *29*, 4925–4941. https://doi.org/10.1111/mec.15677

21. Philion, V.; Joubert, V.; Trapman, M.; Hjelkrem, A.-G.R.; Stensvand, A. Distribution of the Infection Time of Ascospores of *Venturia inaequalis*. *Plant Dis.* 2020, *104*, 465–473. https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-2046-RE

22. Prodorutti, D.; Bugiani, R.; Philion, V.; Stensvand, A.; Coller, E.; Tosi, C.; Rizzi, C.; Angeli, G.; Pertot, I. Irrigation targeted to provoke ejection of ascospores of *Venturia inaequalis* shortens the season for ascospore release and results in less apple scab. *Plant Dis.* 2024, *108*, 1353–1362. https://doi.org/10.1094/PDIS-07-23-1245-RE

23. Ayer, K.M.; Choi, M.-W.; Smart, S.T.; Moffett, A.E.; Cox, K.D. The effects of succinate dehydrogenase inhibitor fungicide dose and mixture on development of resistance in *Venturia inaequalis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 2020, *86*, e01196-20. https://doi.org/10.1128/AEM.01196-20

24. Cordero-Limon, L.; Shaw, M.W.; Passey, T.A.; Robinson, J.D.; Xu, X. Cross-resistance between myclobutanil and tebuconazole and the genetic basis of tebuconazole resistance in *Venturia inaequalis*. *Pest Manag. Sci.* 2021, *77*, 844–850. https://doi.org/10.1002/ps.6088

25. Heaven, T.; Armitage, A.D.; Xu, X.; Goddard, M.R.; Cockerton, H.M. Dose-dependent genetic resistance to azole fungicides found in the apple scab pathogen. *J. Fungi* 2023, *9*, 1136. https://doi.org/10.3390/jof9121136

26. Hoffmeister, M.; Zito, R.; Böhm, J.; Stammler, G. Mutations in Cyp51 of *Venturia inaequalis* and their effects on DMI sensitivity. *J. Plant Dis. Prot.* 2021, *128*, 1467–1478. https://doi.org/10.1007/s41348-021-00516-0

27. Meitz-Hopkins, J.C.; von Diest, S.G.; Koopman, T.A.; Tobutt, K.R.; Xu, X.; Lennox, C.L. Leaf shredding as an alternative strategy for managing apple scab resistance to demethylation inhibitor fungicides. *Front. Hortic.* 2023, *2*, 1175168. https://doi.org/10.3389/fhort.2023.1175168

28. Umarov, Z.A. Effectiveness of modern fungicides against powdery mildew found in intensive apple orchards. *JournalNX* 2021, *7*, 75–79.

29. Rakhmatullaev, A.; Fuelner, H.; Khan, A.; Turdieva, M.; Rejapova, M.; Abdurakhimov, A.; Abdullaev, A. Molecular assessment of apple varietal diversity in Uzbekistan for genetic resistance to major pathogens. *Res. Sq.* 2025. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8270299/v1

30. Galymbek, K.; Madenova, A.K.; Bakirov, S.B.; Kabylbekova, B.Z.; Irkitbay, A.; Aitymbet, Z.; Kaldybayeva, D.I.; Abdikarimova, R.; Munira, B. Monitoring the distribution and development of apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) disease in the southern and southeast regions of Kazakhstan. *Bull. Karaganda Univ. Biol. Med. Geogr. Ser.* 2023, *110*, 38–45. https://doi.org/10.31489/2023bmg2/38-45

31. Strickland, D.A.; Hodge, K.T.; Cox, K.D. An examination of apple powdery mildew and the biology of *Podosphaera leucotricha* from past to present. *Plant Health Prog.* 2021, *22*, 421–432. https://doi.org/10.1094/php-03-21-0064-rv

32. Strickland, D.A.; Villani, S.M.; Cox, K.D. Optimizing use of DMI fungicides for management of apple powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha* in New York State. *Plant Dis.* 2022, *106*, 1226–1237. https://doi.org/10.1094/PDIS-09-21-2025-RE

33. Gañán-Betancur, L.; Peever, T.L.; Evans, K.; Amiri, A. High genetic diversity in predominantly clonal populations of the powdery mildew fungus *Podosphaera leucotricha* from U.S. apple orchards. *Appl. Environ. Microbiol.* 2021, *87*, e00469-21. https://doi.org/10.1128/AEM.00469-21

34. Pfeifer, M.; Kurzweg, L.; Muçaj, B.; Burkhardt, T.; Peil, A.; Flachowsky, H.; Emeriewen, O.F.; Wöhner, T.W. Genetic mapping, marker development, and identification of candidate genes for powdery mildew resistance in *Malus baccata* "Jackii." *Front. Plant Sci.* 2025, *16*, 1716290. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1716290

35. Lyousfi, N.; Blenzar, A.; Taoussi, M.; Laasli, S.-E.; Lahlali, R. Brown rot disease caused by fungal pathogens *Monilinia* spp.: A serious threat to pome and stone fruit production worldwide and current threat in morocco. In *Recent Advances in Postharvest Technologies*, Volume 2; Springer Nature Switzerland, 2024; pp. 129–166.

36. Raykova, A. Brown rot caused by *Monilinia* spp. on pome and stone fruits across Europe. *Bulg. J. Crop Sci.* 2025, *62*, 86–100. https://doi.org/10.61308/bfnl1750

37. Kostyukova, V.; Pozharskiy, A.; Dulat, B.; Gritsenko, D. Isolation and Molecular Identification of *Monilinia fructigena* in Almaty Region of Kazakhstan. *Horticulturae* 2025, *11*, 1029. https://doi.org/10.3390/horticulturae11091029

38. Isaev, S.; Sarimsakov, M.; Sarimsakova, M.; Turdaliev, A.; Abdukhakimova, K.; Mirzaeva, M. Application of water-saving irrigation technologies of intensive apple orchards in the irrigated regions of Uzbekistan. *E3S Web Conf.* 2023, *389*, 03052. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903052

39. Brun, L.; Combe, F.; Gros, C.; Walser, P.; Saudreau, M. Protecting apricot orchards with rain shelters reduces twig blight damage caused by *Monilinia* spp. and makes it possible to reduce fungicide use. *Agronomy* 2023, *13*, 1338. https://doi.org/10.3390/agronomy13051338

40. Holb, I.J.; Scherm, H. Temporal dynamics of brown rot in different apple management systems and importance of dropped fruit for disease development. *Phytopathology* 2007, *97*, 1104–1111. https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-9-1104

41. Dvořák, M.; Stehlíková, D.; Litschmann, T. *Monilinia fructigena* air detection by two different rotorod samplers combined with quantitative real-time PCR. *Plant Protect. Sci.* 2025, *61*, 326–332. https://doi.org/10.17221/91/2024-pps

42. Nagy, A.-M.; Antofie, M.-M.; Pop, M.-R.; Păşcănuţ, I. Healthy status of the apple three (*Malus domestica* borkh.) orchards in the Rusciori Didactic and Research Farm, Sibiu County. *Ann. Univ. Craiova Agric. Montanol. Cadastre Ser.* 2025, *55*, 196–204. https://doi.org/10.52846/aamc.v55i2.1734

43. Rungjindamai, N.; Jeffries, P.; Xu, X.-M. Epidemiology and management of brown rot on stone fruit caused by *Monilinia laxa*. *Eur. J. Plant Pathol.* 2014, *140*, 1–17. https://doi.org/10.1007/s10658-014-0452-3

44. Lyousfi, N.; Legrifi, I.; Ennahli, N.; Blenzar, A.; Amiri, S.; Laasli, S.-E.; Handaq, N.; Belabess, Z.; Ait Barka, E.; Lahlali, R. Evaluating food additives based on organic and inorganic salts as antifungal agents against *Monilinia fructigena* and maintaining postharvest quality of apple fruit. *J. Fungi* 2023, *9*, 762. https://doi.org/10.3390/jof9070762

45. Rezzonico, F.; Bobushova, S.; Gaganidze, D.; Konurbaeva, M.; Mukhanov, S.; Jordan, S.; Sadunishvili, T.; Drenova, N.; Smits, T.H.M.; Doolotkeldieva, T. Epidemiological description of fire blight introduction patterns to Central Asia and the Caucasus region based on CRISPR spacer typing and genome analysis. *Phytopathol. Res.* 2024, *6*, 66. https://doi.org/10.1186/s42483-024-00283-4

46. Kairova, G.; Daulet, N.; Solomadin, M.; Sandybayev, N.; Orkara, S.; Beloussov, V.; Kerimbek, N.; Gritsenko, D.; Sapakhova, Z. Identification of apple varieties resistant to fire blight (*Erwinia amylovora*) using molecular markers. *Horticulturae* 2023, *9*, 1000. https://doi.org/10.3390/horticulturae9091000

47. Kairova, G.; Pozharskiy, A.; Daulet, N.; Solomadin, M.; Sandybayev, N.; Khusnitdinova, M.; Nizamdinova, G.; Sapakhova, Z.; Gritsenko, D. Evaluation of fire blight resistance of eleven apple rootstocks grown in kazakhstani fields. *Appl. Sci.* 2023, *13*, 11530. https://doi.org/10.3390/app132011530

48. Liu, W.; Liang, X.; Gleason, M.L.; Cao, M.; Zhang, R.; Sun, G. Transcription factor CfSte12 of *Colletotrichum fructicola* is a key regulator of early apple Glomerella leaf spot pathogenesis. *Appl. Environ. Microbiol.* 2020, *87*, e02212-20. https://doi.org/10.1128/AEM.02212-20

49. Trkulja, V.; Čojić, B.; Trkulja, N.; Tomić, A.; Matić, S.; Ikanović, J.; Popović Milovanović, T. *Colletotrichum* species associated with apple bitter rot and Glomerella leaf spot: A comprehensive overview. *J. Fungi* 2024, *10*, 660. https://doi.org/10.3390/jof10090660

50. McLaughlin, M.S.; Abbasi, S.; Abbasi, P.A.; Ali, S. Apple bitter rot and Glomerella leaf spot: A comprehensive review of causal species and their biology, fungicide sensitivities, and management strategies. *Plant Dis.* 2024, *108*, 3432–3445. https://doi.org/10.1094/PDIS-03-24-0552-FE

51. Tegtmeier, R.; Švara, A.; Gritsenko, D.; Khan, A. *Malus sieversii*: a historical, genetic, and conservational perspective of the primary progenitor species of domesticated apples. *Hortic. Res.* 2025, *12*, uhae244. https://doi.org/10.1093/hr/uhae244

52. Ayer, K.M.; Villani, S.M.; Choi, M.-W.; Cox, K.D. Characterization of the VisdhC and VisdhD genes in *Venturia inaequalis*, and sensitivity to fluxapyroxad, pydiflumetofen, inpyrfluxam, and benzovindiflupyr. *Plant Dis.* 2019, *103*, 1092–1100. https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1225-R

53. Okoro, C.A.; El-Hasan, A.; Voegele, R.T. Integrating biological control agents for enhanced management of apple scab (*Venturia inaequalis*): Insights, risks, challenges, and prospects. *Agrochemicals* 2024, *3*, 118–146. https://doi.org/10.3390/agrochemicals3020010

UO'K 633.511:575:631.67:519.23

LABORATORIYA SHAROITIDA TURLI XIL NaCl KONSENTRATSIYALARI TA'SIRIDA MAHALLIY G'O'ZA NAVLARINI FENOTIPIK BAHOLASH

Sh.O.Kushakov, kich.i.x., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
I.S. Normamatov, PhD, kat.i.x., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
A.X.Makamov, PhD, laboratoriya mudiri, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
N.N. Xusenov, PhD, bo'lim mudiri, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
J.K. Norbekov, PhD, bo'lim mudiri, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
U.A. Boyqobilov, kich.i.x., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
Sh.I.Mamanazarov, kat.i.x., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
M.M.Xolmurodova, kich.i.x., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
R.I.Muhammadaliyev, tayanch doktorant, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
E.J.Maxmarajabov, mutaxassis, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

Annotatsiya. *Qishloq xo'jalik ekinlarini o'sib rivojlanishi, erta pisharlik xususiyati, hosildorligi, yashovchanligi asosiy abiotik faktorlardan hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda tolali ekinlar orasida birinchi o'rinni egallaydigan Gossypium hirsutum turiga mansub mahalliy g'o'za navlari laboratoriya sharoitida NaCl ning 0 mM (optimal), 100 mM, 150 mM hamda 200 mM konsentratsiyalarida fenotipik belgilari, shu jumladan, o'simlik uzunligi, ildiz uzunligi, ho'l poya*

hamda ho'l ildiz vazni kabi tuz stressi muhitida ahamiyatli morfologik belgilari tadqiq qilindi. Hozirgi kunda dunyo bo'ylab tuproq sho'rlanish darajasi yildan yilga kengayib bormoqda. Ayniqsa, qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil hududlarda tuproqdagi tuz ionlari boshqa hududlarga qaraganda yuqori darajda ko'p uchraydi. Tuproq sho'rlanishi, o'simlik umumiy uzunligi va ildiz uzunligi ko'rsatkichlari eng yuqori Baraka navida bo'lib, optimal muhitda 31 sm, 200 mM NaCl stressli muhitda 26,5 sm qiymat bilan boshqa navlardan ajralib turdi. Shuningdek, ushbu belgilar bo'yicha, Buxoro-102 navi optimal muhitda 27,2 sm, 200 mM stress muhita 21,8 sm qiymatlarni, Gulbahor-2 navi esa 24,1 sm (optimal) hamda 20,8 sm (200 mM) indikatorlar bilan chidamlilik belgisi boyicha Baraka navidan keyingi o'rinda turdi. Aksincha, Kelajak, Ishonch, Ko'paysin va Afsona navlarida tuproq sho'rlanish stressiga sezilarli salbiy ta'sir etganligi statistik tahlil natijalaridan ko'rish mumkin.

***Kalit so'zlar*:** *G'o'za, fenotipik belgi, chidamli, tuproq sho'rlanishi.*

Аннотация. *Рост и развитие сельскохозяйственных культур, их скороспелость, продуктивность и жизнеспособность в значительной степени определяются основными абиотическими факторами. В настоящем исследовании в лабораторных условиях изучались фенотипические признаки местных сортов хлопчатника, относящихся к виду Gossypium hirsutum, который занимает ведущее место среди волокнистых культур. Эксперимент проводился при концентрациях NaCl 0 мМ (оптимальный контроль), 100 мМ, 150 мМ и 200 мМ. В условиях солевого стресса оценивались такие важные морфологические параметры, как длина проростка, длина корня, сырая масса стебля и сырая масса корня. В настоящее время масштабы засоления почв во всем мире ежегодно увеличиваются. В частности, в аридных и полуаридных регионах концентрация солевых ионов в почве значительно выше, чем в других зонах. По показателям общей длины растений и длины корня в условиях засоления наилучшие результаты продемонстрировал сорт «Барака», который выгодно отличался от других сортов со значениями 31 см в оптимальной среде и 26,5 см при стрессовом воздействии 200 мМ NaCl. По данным признакам сорт «Бухоро-102» занял следующее место по солеустойчивости после сорта «Барака» со показателями 27,2 см в оптимальных условиях и 21,8 см при концентрации 200 мМ. Сорт «Гулбахор-2» показал индикаторы 24,1 см (контроль) и 20,8 см (200 мМ) соответственно. Напротив, результаты статистического анализа свидетельствуют о существенном негативном влиянии солевого стресса на такие сорта, как «Келажак», «Ишонч», «Купайсин» и «Афсона».*

Ключевые слова: *Хлопчатник, фенотипические признаки, устойчивый, засоления почв.*

Abstract. *Currently, the soil salinity is increasing year by year worldwide. Arid and semi-arid regions are higher salinity levels than in other areas. Salt stress is considered the main abiotic factors which is that negatively affecting the growth, vegetative and generative process of agricultural crops. In the present study, cotton genotypes of Gossypium hirsutum, which ranks first among fiber agriculture crops, were studied phenotypic traits like total plant length, root length, fresh plant weight and fresh root weight under different NaCl concentrations incluning, 0 mM (optimal), 100 mM, 150 mM, and 200 mM stresses in the laboratory condition. Result in plant length and root length high indicators were in the Baraka variety with 31 cm in the optimal, and 26.5 cm in the 200 mM NaCl stress. Furthermore, according to these traits, the Bukhara-102 variety showed values of 27.2 cm in the optimal, and 21.8 cm in the 200 mM stress, Gulbahor-2 ranked second in terms of tolerant to the Baraka with index of 24.1 cm (optimal) and 20.8 cm (200 mM). On the contrary, soil salinity was a negatively effect to the Kelajak, Ishonch, Ko'paysin and Afsona cotton genotypes.*

Key words: *Cotton, phenotypic trait, resistance, soil salinity.*

Kirish. Tuproq sho'rlanishi o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi, hujayra va to'qimalardagi fiziologik va kimyoviy jarayonlarga turlicha ta'sir qiladi [1]. Oldingi ko'plab xalqaro tadqiqotlar doirasida amalga oshirilgan dala va laboratoriya sharoitlarida sun'iy tuz stressini shakllantirib qishloq xo'jaligi ekinlarining chidamlilik darajalari aniqlangan. Masalan, ushbu ekinlar orasida g'o'za o'simligi taxminan 7,7 dS m^{-1} (bu yerda 1 dS m^{-1} = 10 mM NaCl konsentratsiyasiga to'g'ri keladi) sho'rlanish chegarasiga ega ekanligi, undan oshib ketganda hosildorlikning 50–90% yo'qotilishiga

sabab bo'ladi [2]. Odatda g'o'zaning erta nihollik davri sho'rlanish stressiga eng sezgir davr hisoblanadi. Makkajo'xori o'simligida esa taxminan 1,3 dS m^{-1} gacha sho'rlanish chegarasida hosildorlikning pasayishi 16% dan 22% gacha va ayniqsa vegetativ o'sishning dastlabki bosqichida sezgir [3]. Guruchda sho'rlanish chegarasi taxminan 2 dS m^{-1} ni bo'lganda don hosildorligi 30-35% ga kamayishi [4], bug'doyda sho'rlanish taxminan 6 dS m^{-1} bo'lganda hosildorlikning 13-14% gacha yo'qotili [5], shakarqamishda sho'rlanish chegarasi taxminan 1,7 dS m^{-1} ni tashkil qilganda hosildorlikning pasayishi 10% dan 100% gacha farqlanib turadi [6]. Shuningdek, oqjo'xori o'simligiga taxminan 2,8 dS m^{-1} gacha sho'rlanish stressi ta'siri ettirilsa hosildorlikning 50% gacha kamayadi, ayniqsa stress nihollarning unib chiqishi hamda gullash bosqichlarida jiddiy ta'sir qiladi [7]. Qishloq xo'jalik ekinlarida piyoz tuz stressiga eng sezgir o'simliklar qatoriga kiradi, unga 1,2 dS m^{-1} sho'rlanish stressi ta'sir ettirilishi natijasida hosildorliginining 50% gacha kamayishiga olib keladi [8].

Gossypium hirsutum L. eng keng tarqalgan g'o'za turlaridan biri bo'lib, ko'plab mamlakatlarda iqtisodiy qiymati va to'qimachilik sanoatidagi asosiy roli sababli "oq oltin" nomi bilan mashhur [9]. AQSH, Xitoy, Turkiya, Braziliya, Pokiston, O'zbekiston va Avstraliya paxta yetishtiruvchi yetakchi davlatlar qatoriga kirib, birgalikda global paxta xomashyosini ishlab chiqarish bo'yicha qariyb uchdan ikki qismini tashkil qiladi. So'nggi statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo bo'ylab yillik paxta xomashyosini ishlab chiqarish taxminan 25 million metrik tonnani tashkil etadi [10]. *Gossypium* turkumiga 50 dan ortiq g'oza turini o'z ichiga oladi. Ular orasidan diploid turlari *G. herbaceum L. va G. arboreum L.*, hamda tetraploid turlari *G. hirsutum L. va G. barbadense L. keng* dala maydonlarga ekiladi. G. *hirsutum* paxta yetishtiruvchi mintaqalarda asosiy g'o'za turiga aylandi va Qo'shma Shtatlarda paxta xomashyosini ishlab chiqarishning taxminan 95-97% ni tashkil qiladi [11].

Ushbu tadqiqotda mahalliy g'o'za navlari turli xil NaCl konsentratsiyalari ostida fenotipik belgilari baholash asosida eng yuqori ko'rsatkichlarni namoyon etgan navlarni aniqlash maqsad qilingan.

Material va metodlar.

O'simlik namunalari: Tadqiqotda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genomika va bioinformatika markazining g'o'za gerplazmasida mavjud bo'lgan Baraka, Afsona, Buxoro-102, Buxoro-6, Gulbahor-2, C-4727, Ishonch, Kelajak, Ko'paysin hamda Namangan-102 navlarida amalga oshirildi.

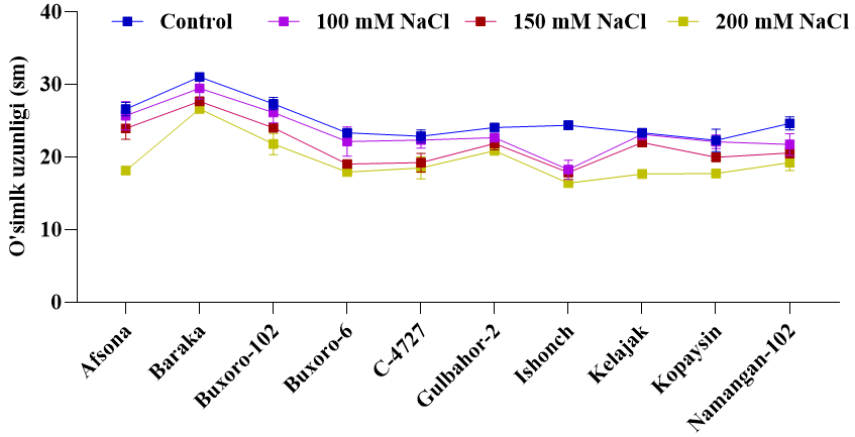
Tadqiqot o'tkazilgan sharoit: Mazkur tajriba laboratoriya modelida NaCl ning 0 mM (nazorat), 50 mM, 100 mM, 150 mM va 200 mM NaCl konsentratsiyalari ta'siri ostida o'tkazildi. Barcha muhitlarda tadqiqot namunalarining asosiy fenotipik belgilaridan xususan, o'simlikning umumiy uzunligi (TPL), ildiz uzunligi (RL), ho'l o'simlik vazni (FPW), ho'l ildiz vazni (FRW), quruq o'simlik va ildiz vazni kabi belgilari o'rganildi. Tadqiqot namuna urug'lari sterilizatsiya qilingan qum-tuproq aralashmasida (tuproq:qum 60:40 nisbatda) plastik idishlarga uch takrorda ekilgan. Tajriba fitotron sharoitida, 14 soat yorug' (30±5 °C) va 10 soat qorong'u (25±5 °C) muhitda o'tkazildi. Tajribaning umumiy davomiyligi 35 kunni tashkil etdi.

Statistik tahlil: Tadqiqotda to'plangan barcha fenotipik ko'rsatkichlarni Microsoft Office Excel dasturida dastlabki tahlilq amalga oshirilgan bo'ls, statistik tahlillar OriginPro 2024 va GraphPad-8 dasturlarida amalga oshirildi. Namunalar o'rtasida statistik farqlilikni aniqlashda ANOVA modeli qo'llanildi va o'rtacha taqqoslashlar Tukey testi tahlili ($p < 0,05$) asosida aniqlandi.

Natijalar

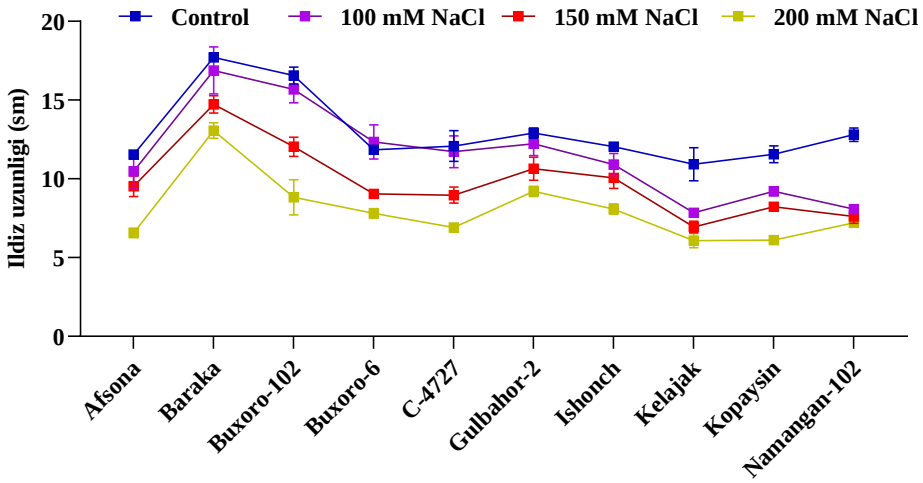
Fenotipik belgilarga tuz stressining ta'siri: Sho'rlanish stressi o'simliklarning vegetative hamda generative rivojlanish jarayonlariga salbiy ta'sir etishi oldingi ilmiy tadqiqotlarda aytib o'tilgan. Ushbu tadqoqtda ham mahalliy navlarning vegetative organlari turli sho'rlanish darajalarida baholand. Xususan, umumiy o'simlik uzunlik belgisi tadqiq qilingan barcha g'o'za genotiplari NaCl ning 100 mM, 150 mM va 200 mM konsentratsiyalari stressi muhitida ushbu belgi bo'yicha nazorat muhitdagi ko'rsatkich qiymatlari bilan taqqoslanganda sezilarli farqlilikni namoyon etdi (1-rasm). Statistik tahlil natijalarga ko'ra, sho'rlanish darajasi asta-sekin ortishi bilan namunalarning uzunlik indikatori ham qisqarib bordi. Stresssiz sharoitda Baraka navining uzunligi 31,0 sm tashkil etgan bo'lsa, NaCl ning 200 mM NaCl stressi ostida 26,5 sm ko'rsatkich bilan boshqa navlardan yuqori

qiymatni qayd etdi. Bundan tashqari, ushbu belgi Buxoro-102 nazorat muhitda 27,2 sm, 200 mM stressli muhitda 21,8 sm hamda Gulbahor-2 g'o'za navi 24,1 sm (optimal), 20,8 sm (200 mM) gacha qisqarganligi kuzatildi. NaCl ning yuqori konsentratsiyali ta'siriga qaramay, ushbu navlar yuqori vegetativ o'sish imkoniyatini saqlab qolib, boshqa navlarga nisbatan yuqori indikatorlarni namoyan etdi. Aksincha, yuqori darajadagi sho'rlagan muhit Ishonch navida 16,3 sm, Afsona navida 18,1 sm, C-4727 navida 17.5 sm, Buxoro-6 navida 18.5 sm hamda Namangan-102 navida 19.5 sm natijalarni qayd etdi.



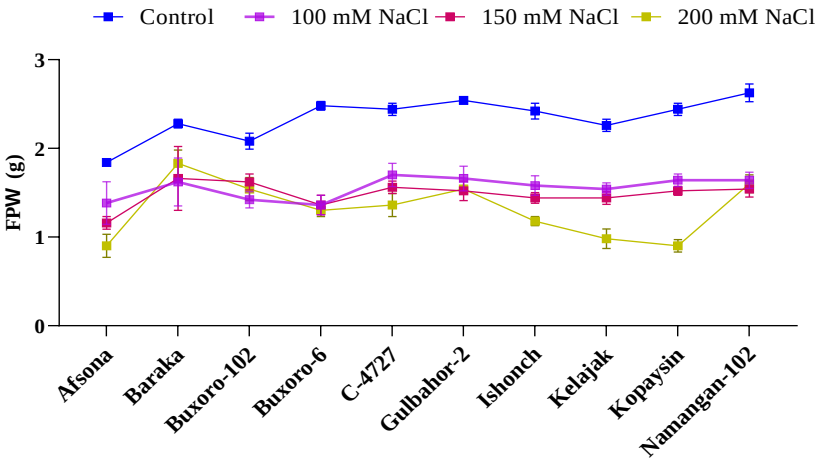
1-rasm. GraphPad dasturida line plot modelidan foydalanib tadqiqot namunalarining uzunlik belgilarining qiyosiy tahlili. Ma'lumotlar T-testga ko'ra statistik jihatdan sezilarli farqlarni ko'rsatdi (p < 0,05).

Quyidagi 2-rasmda g'o'za namunalarining ildiz uzunligi ko'rsatkichlari keltirib o'tilgan bo'lib, mazkur belgi qiymati Baraka navida 17,6 sm (nazorat), 13,1 sm (200 mM), Buxoro-102 navida 16,5 sm (nazorat), 8.9 sm (200 mM) natijalarni tashkil etdi. Shuningdek, Ko'paysin va Kelajak navlari yuqori tuz konsentratsiyasida mos ravishda 6,0 sm va 6,1 sm qiymatni namoyon etdi. Baraka navining sho'rlangan sharoitlarda ham ildiz tizimining rivojlanishiga sezilarli o'zgarmaganligi bilan Kelajak va Ko'paysin navlariga nisbatan chidamliroq ekanligini ko'rstadi.



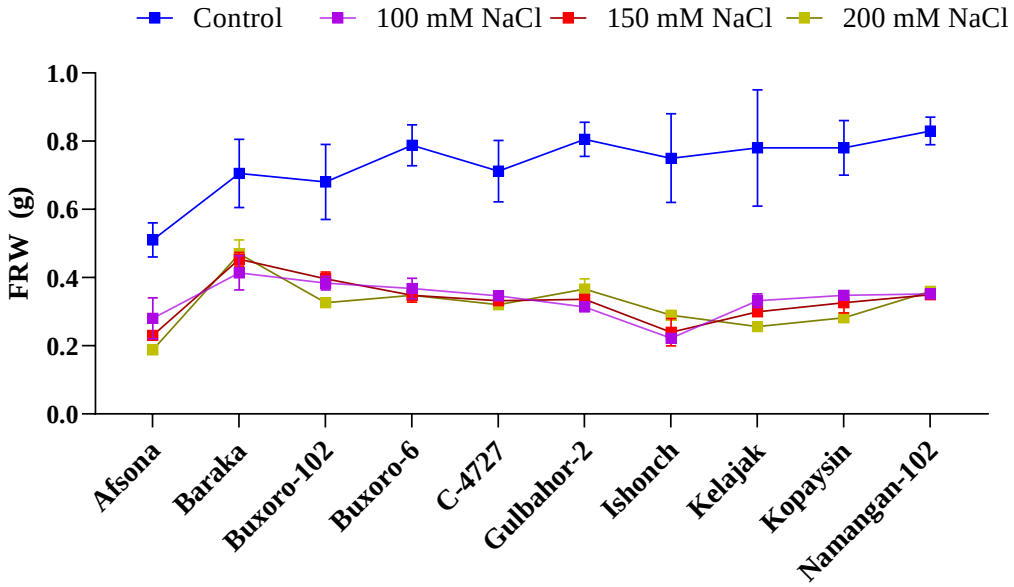
2-rasm. GraphPad dasturida line plot modelidan foydalanib tadqiqot namunalarining ildiz uzunlik ko'rsatkichilarining qiyosiy tahlili. Ma'lumotlar T-testga ko'ra statistik jihatdan sezilarli farqlarni ko'rsatdi (p < 0,05).

Ho'l o'simlik vazni belgisi bo'yicha optimal muhitada Namangan-102, C-4727, Gulbahor-2 va Ko'paysin g'o'za genotiplarida eng yuqori (2,4–2,6 g oralig'ida) natijani qayd etdi. Aksincha, Afsona va Buxoro-6 navlarida nisbatan pastroq qiymatlar qayd etildi, bu esa ushbu genotiplarda biomassa to'planishi boshqa namunalarga qaraganda nisbatan sekinroq ekanligini ko'rsatadi. Shuningdek, 150 mM va 200 mM NaCl konsentratsiyasi sharoitida ho'l o'simlik vazni qiymatlarining keskin pasayishi kuzatildi. Baraka navida ho'l vazni 1,8 g, Gulbahor-2 navi 1,6 g va Namangan-102 navi 1,7 g.ni tashkil etdi (3-rasm). Ko'paysin, Kelajak va Afsona navlarida 200 mM NaCl sharoitida mazkur belgi bo'yicha past kichik natijalar bilan tuz stressining sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatganini anglatadi.



3-rasm. GraphPad dasturida line plot modelidan foydalanib tadqiqot namunalarining hol o’simlik vazni ko‘rsatkichilarining qiyosiy tahlili. Ma’lumotlar T-testga ko'ra statistik jihatdan sezilarli farqlarni ko'rsatdi (p < 0,05).

Ho’l ildiz vazni belgisini ham statistik tahlil qilinganda navlar o’rtasida farqlilik mavjudligi aniqlandi. Bunda optimal muhitda Baraka, Gulbahor-2, Namangan-102, Buxoro-6 va Ko'paysin navlari eng yuqori natjalarni (0,75 dan 0,79 g gacha) namoyon etdi. Sho’rlangan muhitlarda (150 va 200 mM NaCl) tuz stressining salbiy ta'sirida ildiz tizimi vazni sezilarli darajada o’zgargan (4-rasm). Xususan, eng past ildiz biomassa qiymatlari Ishonch va Afsona navlarida qayd etildi, bu ularning og'ir sho'rlanish stressiga yuqori sezuvchanligini ko’rsatadi.



4-rasm. GraphPad dasturida line plot modelidan foydalanib tadqiqot namunalarining hol ildiz vazni ko‘rsatkichilarining qiyosiy tahlili. Ma’lumotlar T-testga ko'ra statistik jihatdan sezilarli farqlarni ko'rsatdi (p < 0,05).

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, yuqori sho’rlanish sharoitida (200 mM NaCl), ildiz tizimining rivojlanishining keskin sekinlashishi o'simliklarda suv va minerallarning so'rilishining cheklanganligi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, ba'zi navlar, xususan, Baraka, Buxoro-102 va Gulbahor-2 genotiplari, stress sharoitida ham nisbatan yuqori biomassa saqlab, fiziologik barqarorlikni namoyish etdilar. Bu shuni ko'rsatadiki, osmotik moslashuv, ion gomeostaz va fotosintez jarayonlarining himoya mexanizmlari bu navlarda samaraliroq. Aksincha, Kelajak, Ko`paysin va Afsona navlarida sho'rlanish ta'sirida ildiz uzunligi va biomassa belgilarining yuqori tuz konsentratsiyasiga sezgirligini tasdiqladi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Baraka Buxoro-102 va Gulbahor-2 navlari sho'rlanishga yuqori darajada chidamli genotiplar, Kelajak va Ko`paysin navlari esa sezgir navlardir.

Ushbu tadqiqotda 10 ta mahalliy paxta navlarining morfofiziologik xususiyatlari turli darajadagi sho'rlanish stressi (100, 150 va 200 mM NaCl) sharoitida baholandi. Natijalar shuni

ko'rsatdiki, o'rganilgan barcha o'rganilgan belgilari (TPL, RL, ChC, FPW, FRW) sho'rlanishning oshishi bilan sezilarli va izchil ravishda kamaygan, shu bilan birga genotiplar orasida yuqori darajadagi fenotipik o'zgaruvchanlik kuzatilgan. Bu o'rganilgan genotiplarning sho'rlanish stressiga javobi genetik asosga ega ekanligini tasdiqlaydi. Morfofiziologik tahlil natijalariga ko'ra, Baraka, Gulbahor-2 va Buxoro-102 navlar barcha ko'rsatkichlar bo'yicha eng yuqori natijalarni qayd etib, sho'rlanish sharoitida eng chidamli genotiplar sifatida ajralib turdi.

Minnatdorchilik.

Ushbu tadqiqot O'zbekiston Respublikasi Davlat byudjeti mablag'lari hisobidan amalga oshirildi. Mualliflar ushbu ishda ishlatiladigan paxta urug'larini taqdim etgani uchun Fanlar akademiyasining Genomika va Bioinformatika markaziga minnatdorchilik bildiradilar. Mualliflar "GWAS usuli yordamida paxta genomidagi abiotik stressga chidamli xususiyatlarning genetik assotsiatsiyalarini o'rganish va chidamli navlarni yaratish" mavzusida davlat buyurtmasi bilan ko'rsatilgan yordam uchun minnatdorchilik bildiradilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Liu G., Li X., Jin S., Liu X., Zhu L., Nie Y., Zhang X. (2014). Overexpression of Rice NAC Gene SNAC1 Improves Drought and Salt Tolerance by Enhancing Root Development and Reducing Transpiration Rate in Transgenic Cotton. PloS one. 9. e86895. 10.1371/journal.pone.0086895.

2. Khorsandi F, Anagholi A (2009) Reproductive compensation of cotton after salt stress relief at different growth stages. J Agron Crop Sci 195:278–283

3. Sharif A., Rasul E., Nisar A., Sadiq M., (1999) Response of Maize (Zea mays L.) genotypes to NaCI salinity induced atvarious growth stages of crop. Pak J Bio Sci 2:606–608

4. Joseph A., Mohanan K. (2013) A study on the effect of salinity stress on the growth and yield of some native rice cultivars of Kerala state of India. Agric For Fish 2:141–150

5. Mojid M., Mia M., Saha A., Tabriz S. (2013) Growth stage sensitivity of wheat to irrigation water salinity. J Bangladesh Agric Univ 11:147–152

6. Simoes WL., Calgaro M., Coelho DS., Santos D., Souza M. (2016) Growth of sugar cane varieties under salinity. Rev Ceres 63:265–271

7. Kafi M., Moayedi A., Jafari M., (2018) The sensitivity of grain Sorghum (Sorghum bicolor L.) developmental stages to salinity stress: an integrated approach. J Agric Sci Technol 15:723–736

8. Sta-Baba R., Hachicha M., Mansour M., Nahdi H., Kheder MB. (2010) Response of onion to salinity. Afr J Plant Sci Biotechnol 4:7–12

Ali H., Raheel A., Shakeel Sh., Ahmad Naeem. (2014). Efficacy of different techniques of nitrogen application on American cotton under semi-arid conditions. Journal of Food, Agriculture andEnvironment. 1212. 157-160.

9. Khan M., Wahid A., Ahmad M., Tahir M. T., Ahmed M., Ahmad S.,Hasanuzzaman M. (2020). World Cotton Production and Consumption: An Overview.10.1007/978-981-15-1472-2_1.

10. Meyer.A. Cotton and wool outlook.Economic Research. – 2018. – P. 1-17. Mojid M., Mia M., Saha A., Tabriz S.(2013) Growth stage sensitivity of wheat to irrigation water salinity. J Bangladesh Agric Univ 11:147–152

UO'K:616.379-008.64-06:616.13/.14:575.1:577.1

O'ZBEK POPULYATSIYASIDA SOD2 (RS4880), CAT (RS1001179), GPX4(RS713041) GENLARNING POLIMORF VARIANTLARINING ALLEL CHASTOTALARI VA GENOTIP TAQSIMOTI

D.U.Mamadiyarova, PhD, dots., Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Samarqand
https://orcid.org/0000-0001-9596-9401
S.B.Azimova, DSc, prof., Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada bemorlarning asosiy guruhida (angiopatiya bilan QD va angiopatiyasiz QD) va nazorat namunasida (shartli sog'lom donorlar) gen markerlari: SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4 (rs713041) polimorfizmning allel va genotipik variantlari chastotasidagi farqlarni o'rganib chiqdik, o'rganilayotgan genetik markerlarning prognostik samaradorligini hisoblab chiqdik, shuningdek, Lokus genotiplarining Hardi-Vaynberg muvozanati (PCV) bo'yicha taqsimlanishining kutilayotgan va kuzatilgan chastotalarini aniqladik.*

Kalit so'zlar: *SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4 (rs713041) polimorfizmi, allel va genotip,, genetik markerlar, genotip tashilishi, tarqalish chastotasi.*

Аннотация. *В данной статье мы изучили различия в частоте аллельных и генотипических вариантов полиморфизмов генных маркеров: SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179),*

GPX4 (rs713041) в основной группе пациентов (QD с ангиопатией и QD без ангиопатии) и контрольной группе (условно здоровые доноры), рассчитали прогностическую эффективность изученных генетических маркеров, а также определили ожидаемую и наблюдаемую частоты распределения генотипов локуса в соответствии с равновесием Харди-Вейнберга (PCV).

Ключевые слова: *SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4 (rs713041), полиморфизм, аллель и генотип, генетические маркеры, носительство генотипа, частота распределения.*

Abstract. *In this article, we studied the differences in the frequency of allelic and genotypic variants of the polymorphisms of gene markers: SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4 (rs713041) in the main group of patients (QD with angiopathy and QD without angiopathy) and the control sample (conditionally healthy donors), calculated the prognostic efficiency of the studied genetic markers, and also determined the expected and observed frequencies of the distribution of locus genotypes according to Hardy-Weinberg equilibrium (PCV).*

Key words: *SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4 (rs713041) polymorphism, allele and genotype, genetic markers, genotype carriage, frequency of distribution.*

Kirish. 2-toifa qandli diabet bilan og‘rigan bemorlarda oksidativ stress ko‘rsatkichlari va qon tomir disfunksiyasi markerlari bilan baholash masalalarini yechish juda muhim ilmiy muammodir[1,2,5]. Buning asosiy maqsadi "gen - asorat" bog‘liqligini qayd etishdan individual genotip biokimyoviy va qon tomir dekompensatsiyasining og‘irligini belgilaydigan kompleks patofiziologik modelni yaratishga o‘tishdan iborat bo‘ladi[3,4,6]. Ushbu vazifalarni hal qilish uchun biz dispersiya tahlili (ANOVA), Spirman bo‘yicha korrelyatsion tahlil, shuningdek, imkoniyatlar nisbati (OR) va nisbiy xavf (RR)ni hisoblashni o‘z ichiga olgan kompleks statistik algoritmdan foydalandik. Ma’lumotlar integratsiyasi poligen xavfni tahlil qilish, umumiy indeksni (SIGR) hisoblash va ROC-tahlil yordamida tasdiqlangan kombinatsiyalangan prognostik modelni yaratish orqali amalga oshirildi. Farqlar $p<0,05$ bo‘lganda statistik jihatdan ahamiyatli deb hisoblandi. Ushbu maqola antioksidant tizim genlarining polimorf variantlari assotsiatsiyasini 2-toifa qandli diabet bilan og‘rigan bemorlarda v anazorat guruhida tarqalish chastotalarini baholash masalalarini yechishga bag‘ishlangan. SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4 (rs713041) polimorfizmlari bo‘yicha genotip chastotalarining umumiy bemorlar kogortasida va nazorat guruhida taqsimlanishi Xardi-Vaynberg muvozanatiga (XVM) mos keldi.

Tadqiqotning maqsadi: O'zbek populyatsiyasida SOD2 (rs4880), CAT (rs1001179), GPX4(rs713041) genlarning polimorf variantlarining allel chastotalari va genotip taqsimotini aniqlash.

Tadqiqotning material va usullari. Tadqiqotda Respublika ixtisoslashgan endokrinologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi Samarqand hududiy filialida ro’yxatga olingan hamda O’zbekiston hududida, asosan Samarqand viloyatida yashovchi, 2-tip qandli diabet bilan kasallangan bemorlar va nazorat guruhi sifatida sog'lom, oilaviy kasallik tarixida diabet va yurak-qon tomir tizimi kasalliklari bilan kasallanmagan donorlar ishtirok etdi. Tadqiqot predmetini tekshiriluvchilardan olingan qon namunalari va undan ajratib olingan DNK namunalari tashkil etdi.

Tashxis klinik, laboratoriya va instrumental tekshiruv ma'lumotlarining kombinatsiyasi asosida qo'yildi va xalqaro tasnifga muvofiq tasdiqlandi. Asosiy guruh ikkita kichik guruhga bo'linadi: 1-guruh – asoratlanmagan diabet bilan og'rigan bemorlar (n=43), 2-guruh – diabetik angiopatiya bilan asoratlangan diabet bilan og'rigan bemorlar (n=51).

Biomateriallarning (DNK) molekulyar genetik tekshiruvi O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi Gematologiya va qon quyish ilmiy-tadqiqot institutining Molekulyar tibbiyot va hujayra texnologiyalari kafedrasida o'tkazildi.

Tadqiqot natijalari. SOD2 genining C47T (rs4880) polimorfizmi bo‘yicha genotip chastotalarining umumiy bemorlar kogortasida va nazorat guruhida taqsimlanishi Xardi-Vaynberg muvozanatiga (XVM) mos keldi. Nazorat namunasida yovvoyi allel (C/C) bo‘yicha gomozigotalar ulushi 27,7%, geterozigotalar (C/T) - 48,2%, mutant allel (T/T) bo‘yicha gomozigotalar - 24,1% ni tashkil etdi. Nazorat namunasida yovvoyi allel (C/C) bo‘yicha gomozigotalar ulushi 27,7%,

geterozigotalar (C/T) - 48,2%, mutant allel (T/T) bo‘yicha gomozigotalar - 24,1% ni tashkil etdi. Qandli diabetga chalingan bemorlarning umumiy guruhida ham RXV mos kelishi qayd etildi (χ^2 = 3,01; p = 0,08). Bu olingan ma’lumotlardan keyingi qiyosiy tahlil uchun foydalanish imkonini beradi.

Keyingi tahlil C47T polimorfizmining allellari va genotiplari taqsimlanishida statistik jihatdan ahamiyatli farqlarni aniqladi, bu farqlar angiopatiya bilan asoratlangan qandli diabetga chalingan bemorlar va nazorat guruhi o‘rtasida kuzatildi.

Avvalo, pastki oyoq-qo‘llarning diabetik angiopatiyasidan aziyat chekayotgan bemorlar guruhidagi ko‘rsatkichlarni tahlil qildik (n=51). Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, bemorlarda C allelining tarqalishi 39,2% ni tashkil etdi. Shu bilan birga, nazorat guruhida (n=83) bu variant ancha ko‘p - 51,8% hollarda uchragan.

SOD2 genining C47T polimorfizmi allellari va genotiplarining angiopatiyasi bo‘lgan qandli diabet bilan kasallangan bemorlar kichik guruhida (1-guruh) va nazorat guruhida tashilishi

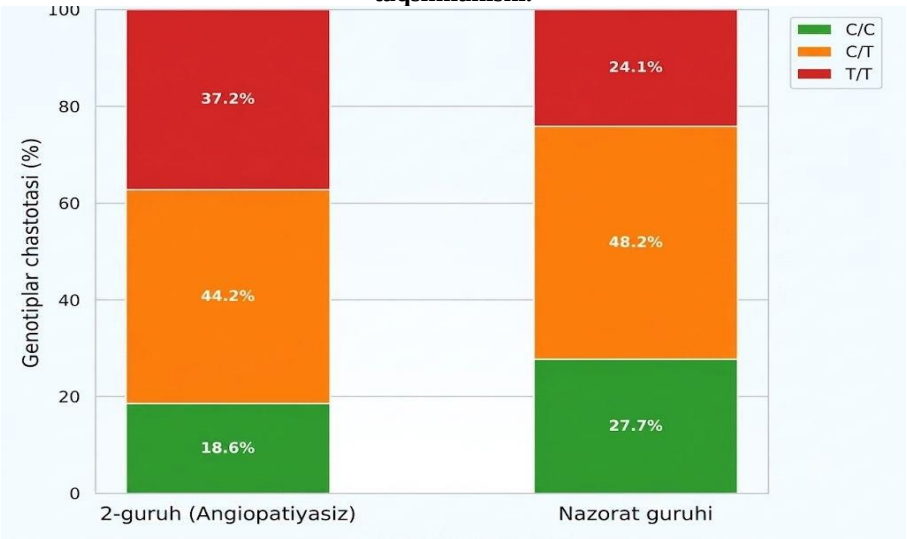
Allelar va genotiplar	Tekshiriladigan allelar va genotiplar				Allelar va genotiplar	p	OR	95% CI
	1-guruh (n=51)		Nazorat (n=83)					
	n	%	n	%				
C	40	39.2	86	51.8	3.85	0.049	0.6	0.36 – 1.01
T	62	60.8	80	48.2	3.85	0.049	1.7	0.99 – 2.78
C/C	10	19.6	23	27.7	1.12	0.290	0.6	0.27 – 1.48
C/T	20	39.2	40	48.2	1.05	0.305	0.7	0.34 – 1.41
T/T	21	41.2	20	24.1	4.15	0.042	2.2	1.05 – 4.56

Ta’kidlash joizki, bu holatda yovvoyi C allelining uchrash chastotasi bo‘yicha taqqoslanayotgan guruhlar o‘rtasida statistik jihatdan ahamiyatli farqlar aniqlandi (χ2=3.85, p=0.049). Imkoniyatlar nisbatini hisoblash (OR=0.6; 95% CI: 0.36-1.01) ushbu allelning mavjudligi himoya ta’siriga ega bo‘lib, ushbu allelga ega bo‘lmagan shaxslar bilan solishtirganda og‘ir qon tomir kasalliklari rivojlanish ehtimolini deyarli 40% ga kamaytirishi haqida guvohlik beradi.

Bemorlarning 2-guruhida asosiy C alleli va qulay C/C genotipining uchrash chastotasi mos ravishda 40,7% va 18,6% ni, nazorat guruhida esa 51,8% va 27,7% ni tashkil etdi. 2-guruh bemorlarida (44.2%) heterozigotli C/T genotipining tarqalishi nazorat guruhi ko'rsatkichlari bilan taqqoslandi (48.2%) yaqin qiymatlarga ega va statistik ahamiyatga ega bo'lmagan (p>0.05). Biz 2-guruh bemorlarida T kichik alleli va T/T xavfli genotipining ulushi mos ravishda 59,3% va 37,2% ekanligini aniqladik. Qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, nazorat guruhi ko'rsatkichlari bilan solishtirganda, sod2 genining c47t polimorfizmining t/t allelining (59.3% ga nisbatan 48.2%), shuningdek, noqulay t / t genotipining (37.2% ga nisbatan 24.1%) paydo bo'lishi 2-guruhda mos ravishda 1.6 va 1.9 baravar oshdi. Biroq, xi-kvadrat mezoni hisoblanganda, T alleli uchun χ2=2.44 (p=0.118) va T/T genotipi uchun χ2=2.42 (p=0.12) qiymatlar qayd etildi.

1-rasm.

SOD2 genidagi C47T polimorfizmi genotiplarining angiopatiyasiz bemorlar (n=43) va nazorat guruhida (n=83) taqsimlanishi.



O‘zbek aholisida CAT genining G262A polimorfizmining allel va genotipik variantlari uchrash chastotasini aniqlash va ularning diabetik angiopatiya rivojlanish xavfiga qo‘shgan hissasini

baholashdan iborat bo‘ldi. QD bilan og'rigan(n=94) bemorlarning umumiy guruhida genotip taqsimoti ham nazariy jihatdan kutilgan: G/G — 71,3%, G/A — 25,5%, A/A — 3,2% ($\chi2$=1,45; p = 0,22). Bu aholi tuzilishida qo‘pol buzilishlar yo‘qligini tasdiqlaydi va olingan natijalarni assotsiativ tahlil o‘tkazish uchun ishonchli deb hisoblash imkonini beradi.

Angiopatiyali qandli diabet bilan og‘rigan bemorlarning kichik guruhida (1-guruh) va nazorat guruhida CAT genining G262A polimorfizmi allellari va genotiplarining tashuvchiligi

Allelar va genotiplar	Tekshiriladigan allelar va genotiplar				$\chi2$	p	OR	95% CI
	1-guruh (n=51)		Nazorat (n=83)					
	n	%	n	%				
G	89	87.3	150	90.4	0.62	0.430	0.7	0.36 – 1.52
A	13	12.7	16	9.6	0.62	0.430	1.4	0.65 – 2.86
G/G	38	74.5	68	81.9	1.05	0.305	0.6	0.29 – 1.45
G/A	13	25.5	14	16.9	1.48	0.223	1.7	0.73 – 3.89
A/A	0	0.0	1	1.2	0.62	0.430	-	-

Og‘ir patologiya guruhida A/A genotipining yo‘qligi bizni ushbu genotip kuchli himoya xususiyatiga ega bo‘lishi va uning yo‘qligi bemorni kasallikdan himoyasiz qilishi mumkinligini taxmin qilishga majbur qildi.

Ushbu gipotezani tekshirish uchun tadqiqotimizning keyingi bosqichida CAT genining G262A polimorfizmi allellari va genotiplarining taqsimlanish chastotasi 2-guruh bemorlari (uzoq davom etgan qandli diabet, ammo angiopatiyaning klinik belgilari bo‘lmagan) va nazorat guruhi o‘rtasida o‘rganildi. Bemorlarning 2-guruhida A kichik allelining uchrash chastotasi 19,8% ni tashkil etdi, bu nazorat guruhidagi ko‘rsatkichdan (9,6%) ikki baravar yuqori. Aniqlangan og‘ishlar statistik ahamiyatga ega bo‘ldi ($\chi2$= 4,88; p = 0,027).Hisoblangan imkoniyatlar nisbati OR=2,3 (95% CI: 1,09-4,95) ni tashkil etdi. Bu shuni anglatadiki, A alleli qandli diabetga qaramay, oyoq tomirlari sog‘lom bo‘lgan bemorlarda ishonchli tarzda ko‘proq uchraydi. Shunga ko‘ra, 2-guruhda asosiy G alleli ishonchli tarzda kamroq (nazoratda 90,4% ga nisbatan 80,2%) uchragan.

GPX4 genining C718T polimorfizmining allel va genotipik variantlari taqsimlanish chastotasi nazorat namunasida (n=83) genotiplarning chastotalari quyidagicha taqsimlangan: asosiy allel bo'yicha homozigotlar (C/C) 45,8%, heterozigotlar (C/T) 38,6%, kichik allel bo'yicha homozigotlar (t/t) 15,6%. Kutilgan qiymatlardan statistik jihatdan ahamiyatli og‘ishlarning yo‘qligi ($\chi2$=1,59; p>0,05) ushbu populyatsiyada genetik muvozanat mavjudligidan dalolat beradi. Qandli diabetga chalingan bemorlarning umumiy guruhida (n=94) taqsimot ham nazariy jihatdan kutilganidek bo‘ldi ($\chi2$=0,45; p>0,05). Bu o‘rganilayotgan namuna O‘zbekiston aholisi populyatsiyasi uchun vakillik xususiyatiga ega ekanligidan dalolat beradi

Angiopatiya bilan og‘rigan bemorlarning kichik guruhida (1-guruh) va nazorat guruhida GPX4 genining C718T polimorfizmi allellari va genotiplarining tashuvchiligi

Allelar va genotiplar	Tekshiriladigan allelar va genotiplar				$\chi2$	p	OR	95% CI
	1-guruh (n=51)		Nazorat (n=83)					
	n	%	n	%				
C	51	50.0	108	65.1	5.92	0.015	0.5	0.32 – 0.90
T	51	50.0	58	34.9	5.92	0.015	1.9	1.11 – 3.13
C/C	10	19.6	38	45.8	9.04	0.003	0.3	0.12 – 0.67
C/T	31	60.8	32	38.6	6.16	0.013	2.5	1.20 – 5.09
T/T	10	19.6	13	15.7	0.33	0.564	1.3	0.53 – 3.25

Berilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, "himoya" qiluvchi C/C gomozigot genotipi chastotasining keskin, statistik jihatdan yuqori ahamiyatga ega bo‘lgan pasayishi qayd etilgan. Og‘ir angiopatiyaga ega bo‘lgan qandli diabet bilan kasallangan bemorlar guruhida u bemorlarning atigi 19,6 foizida, nazorat guruhida esa 45,8 foizida kuzatilgan. Farq p=0.003 ($\chi2$=9.04) ahamiyatlilik darajasida ishonchli hisoblanadi. Imkoniyatlar nisbati OR = 0,3 qiymati C/C genotipining yaqqol himoya salohiyatini ko‘rsatadi. Ushbu variantni tashuvchilik qiyoslash guruhiga nisbatan kritik ishemiya rivojlanish ehtimoli 70 foizga kamayishi bilan bog‘liq. T/T mutant gomozigot genotipiga kelsak, uning 1-guruhdagi chastotasi nazoratdagiga nisbatan 19,6% ni tashkil etdi (OR=1,3). Olingan natijalar GPX4 polimorfizmining patogenetik salohiyati asosida geterozigotalik effekti yoki o‘ziga xos allel o‘zaro ta’siri yotishini ko‘rsatadi. Ehtimol, aynan C va T variantlarining uyg‘unligi

fermentning funksional disregulyatsiyasini belgilab, qandli diabetda metabolik stress sharoitida uning moslashish imkoniyatlarini cheklaydi.

2-guruhdagi genotiplarni tahlil qilishda ham nazorat guruhiga nisbatan statistik jihatdan ahamiyatli farqlar aniqlanmadi. Himoya qiluvchi C/C genotipining chastotasi 41,9% ni tashkil etdi (deyarli nazorat guruhiga to‘g‘ri keladi - 45,8%). 1-guruhda xavf belgisi bo‘lgan C/T geterozigota genotipining chastotasi 2-guruhda 32,6% ni tashkil etdi, bu nazoratdagidan (38,6%) biroz pastroq.

Keyingi bosqichda bemorlarning asosiy klinik guruhlari (1-guruh va 2-guruh) o‘rtasida GPX4 genining C718T polimorfizmi allellari va genotiplarining uchrash chastotasidagi farqlarni bevosita o‘rgandik.

Qiyosiy tahlil allel taqsimotining guruhlararo o'zgaruvchanligini aniqladi, bunda 1-guruhdagi t xavf allelining chastotasi 50,0% ni tashkil etdi va 2-guruhdagi o'xshash ko'rsatkichdan oshib ketdi, bu 41,9% ni tashkil etdi ($\chi2= 1,25$; $p < 0,05$).

Bundan tashqari, angiopatiyasiz guruhda (41,9%) himoya qiluvchi C/C genotipining chastotasi angiopatiyali guruhga (19,6%) nisbatan ikki baravar yuqori bo‘lgan. Aniqlangan tafovutlar statistik ahamiyatga ega ($\chi2= 5,56$; $p = 0,018$).

Ushbu GPX4 genetik determinantining patogenetik roli hujayra membranalarining antioksidant qalqonini zaiflashtirish orqali amalga oshiriladi. T alleli va C/T geterozigota varianti tashuvchiligi qandli diabetda angiopatiyaning agressiv kechishi bilan bog‘liq.

Xulosa. Olingan natijalar o‘zbek populyatsiyasi uchun birinchi marta qat’iy miqdoriy genotip-fenotipik bog‘liqliklarni o‘rnatadi va qandli diabet bilan og‘rigan bemorlarda qon tomir asoratlari rivojlanishini shaxsiylashtirilgan prognozlash uchun daliliy asos yaratadi.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аметов А. С., Камынина Л. Л., Ахмедова З. Г. Клинические аспекты генетики, нутриогенетики и фармакогенетики сахарного диабета 2-го типа //Терапевтический архив. – 2015. – Т. 87. – №. 8. – С. 124-131

2. Вотинцева В. О. и др. Определение вариабельности глюкозы в амбулаторных условиях //Огарёв-Online. – 2019. – №. 2 (123). – С. 4.

3. Мельникова Ю. С., Макарова Т. П. Эндотелиальная дисфункция как центральное звено патогенеза хронических болезней //Казанский медицинский журнал. – 2015. – Т. 96. – №. 4. – С. 659-665.

4. Углева С. В. и др. Молекулярно-генетический мониторинг и технологии цифровой трансформации в современной эпидемиологии //Вестник Российской академии медицинских наук. – 2023. – Т. 78. – №. 4. – С. 363-369.

5. Alfian G. et al. A personalized healthcare monitoring system for diabetic patients by utilizing BLE-based sensors and real-time data processing //Sensors. – 2018. – Т. 18. – №. 7. – С. 2183.

6. Flannick J., Florez J. C. Type 2 diabetes: genetic data sharing to advance complex disease research //Nature Reviews Genetics. – 2016. – Т. 17. – №. 9. – С. 535-549.

UO'K 504.3.054:551.510.42

NAMANGAN VILOYATI ATMOSFERA HAVOSIDA PM10 KONSENTRATSIYASINING 2025–2026 YILLAR QISH MAVSUMIDAGI O'ZGARISH DINAMIKASI

S.T. Mamasoliyev, dots. Andijon davlat universiteti, Andijon
M.N.Jaloldinov, talaba, Andijon davlat universiteti, Andijon

Annotatsiya. *Mazkur tadqiqotda Namangan viloyati atmosfera havosidagi PM10 kontsentratsiyasining 2025–2026 yillar qish mavsumidagi o'zgarish dinamikasi tahlil qilindi. Monitoring ma'lumotlari asosida PM10 ning minimal, maksimal va o'rtacha qiymatlari aniqlandi hamda mavsumiy o'zgarishlari baholandi. Natijalarga ko'ra, qish mavsumi davomida PM10 kontsentratsiyasi yuqori darajada saqlanib, eng yuqori ko'rsatkichlar yanvar oyida kuzatildi. Bu holat atmosfera inversiyasi, havo turg'unligi va antropogen omillar ta'siri bilan izohlanadi. Fevral oyida esa atmosferaning aralashish qobiliyati ortishi natijasida PM10 kontsentratsiyasi pasayish tendentsiyasini namoyon qildi. Olingan natijalar atmosfera havosi sifatini baholash va ekologik monitoring tizimini takomillashtirishda muhim ahamiyatga ega.*

Kalit so'zlar: *PM10, atmosfera havosi, havo ifloslanishi, qattiq dispers zarrachalar, atmosfera inversiyasi, qish mavsumi, Namangan viloyati, ekologik monitoring.*

Аннотация. *В данном исследовании проанализирована динамика изменения концентрации PM10 в атмосферном воздухе Андижанской области в зимний сезон 2025–2026*

годов. На основе данных мониторинга были определены минимальные, максимальные и средние значения PM10, а также оценены их сезонные изменения. Результаты показали, что в течение зимнего сезона концентрация PM10 сохранялась на высоком уровне, а наибольшие значения были зафиксированы в январе. Данная ситуация объясняется влиянием температурной инверсии, застоя воздушных масс и антропогенных факторов. В феврале наблюдалась тенденция к снижению концентрации PM10 вследствие усиления процессов перемешивания атмосферы. Полученные результаты имеют важное значение для оценки качества атмосферного воздуха и совершенствования системы экологического мониторинга.

Ключевые слова: *PM10, атмосферный воздух, загрязнение воздуха, твердые дисперсные частицы, температурная инверсия, зимний сезон, Андижанская область, экологический мониторинг.*

Abstract. *This study analyzes the dynamics of PM10 concentration in the atmospheric air of Andijan Region during the winter season of 2025–2026. Based on monitoring data, the minimum, maximum, and average PM10 concentrations were determined, and their seasonal variations were assessed. The results showed that PM10 concentrations remained at a high level throughout the winter season, with the highest values recorded in January. This situation can be explained by the effects of temperature inversion, stagnant air conditions, and anthropogenic factors. In February, a decreasing trend in PM10 concentration was observed due to enhanced atmospheric mixing processes. The obtained results are important for assessing air quality and improving environmental monitoring systems.*

Keywords: *PM10, atmospheric air, air pollution, particulate matter, temperature inversion, winter season, Andijan Region, environmental monitoring.*

Kirish. Atmosfera havosining qattiq zarrachalar bilan ifloslanishi zamonaviy ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa PM10 zarrachalari inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatib, nafas olish va yurak-qon tomir tizimi kasalliklarining rivojlanishiga sabab bo'ladi [1]. So'nggi yillarda aholi sonining o'sishi, transport vositalari miqdorining ko'payishi va shaharlashuv jarayonlari atmosfera havosidagi zarrachalar kontsentratsiyasining ortishiga olib kelmoqda [3, 6].

Farg'ona vodiysida joylashgan Namangan viloyatining tabiiy-geografik xususiyatlari havo massalarining erkin harakatlanishini ma'lum darajada cheklaydi. Qish mavsumida kuzatiladigan harorat inversiyasi atmosferaning quyi qatlamlarida ifloslantiruvchi moddalarning to'planishiga sharoit yaratadi [2, 4]. Atmosferaning pastki qatlamlarida havo almashinuvining susayishi natijasida PM10 kabi qattiq dispers zarrachalar kontsentratsiyasi ortib, havo sifati yomonlashadi [5].

Shu sababli PM10 kontsentratsiyasining qish mavsumidagi o'zgarishlarini o'rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Atmosfera havosi sifati bo'yicha olingan ma'lumotlar ekologik monitoring tizimini takomillashtirish, aholi salomatligini muhofaza qilish hamda havo ifloslanishini kamaytirishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi [1, 6].

Tadqiqotning maqsadi – Namangan viloyati atmosfera havosida PM10 kontsentratsiyasining 2025–2026 yillar qish mavsumidagi dinamikasini tahlil qilish va uning o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillarni baholashdan iborat.

Tadqiqot ob'ektlari va usullari. Tadqiqot ob'ekti sifatida Namangan viloyati atmosfera havosidagi PM10 (diametri 10 mkm gacha bo'lgan qattiq dispers zarrachalar) kontsentratsiyasi tanlandi.

Tadqiqot uchun 2025 yil dekabr va 2026 yil yanvar–fevral oylarida atmosfera havosida qayd etilgan kunlik PM10 kontsentratsiyalari ma'lumotlaridan foydalanildi. Ma'lumotlar havo sifati monitoringi platformasi ma'lumotlari asosida yig'ildi [1]. PM10 kontsentratsiyasining o'zgarish dinamikasini baholash maqsadida har bir oy uchun minimal, maksimal va arifmetik o'rtacha qiymatlar hisoblandi. Shuningdek, kontsentratsiyaning kunlik va oylik o'zgarishlari grafik usul yordamida tahlil qilindi.

Ma'lumotlarga statistik ishlov berishda ekologik monitoring tadqiqotlarida keng qo'llaniladigan tasviriy statistika usullaridan foydalanildi [2]. Tahlil jarayonida quyidagi ko'rsatkichlar hisoblandi:

– minimal kontsentratsiya (Cmin);
– maksimal kontsentratsiya (Cmax);
– arifmetik o'rtacha kontsentratsiya ($\bar{C}$);
– mavsumiy o'zgarish tendentsiyasi.

Olingan natijalar asosida PM10 kontsentratsiyasining qish mavsumi davomidagi o'zgarish xususiyatlari baholandi hamda atmosfera havosi sifatiga ta'sir etuvchi ehtimoliy meteorologik va antropogen omillar tahlil qilindi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqot natijalariga ko'ra, 2025 yil dekabr oyida Namangan viloyati atmosfera havosida PM10 kontsentratsiyasi yuqori darajada saqlanganligi aniqlandi. Kuzatuv davomida PM10 kontsentratsiyasining minimal qiymati 66,03 mkg/m³, maksimal qiymati 118,69 mkg/m³, oylik o'rtacha kontsentratsiyasi esa 91,9 mkg/m³ ni tashkil qildi. Ushbu ko'rsatkichlar atmosfera havosining qattiq dispers zarrachalar bilan sezilarli darajada ifloslanganligini ko'rsatadi. PM10 zarrachalari inson salomatligi uchun xavfli bo'lib, ular nafas olish tizimi kasalliklari, yurak-qon tomir tizimi buzilishlari hamda o'pka faoliyatining pasayishiga sabab bo'lishi mumkin [1].

Grafik tahlil natijalari dekabr oyida PM10 kontsentratsiyasi kunlar kesimida sezilarli darajada o'zgarib turganligini ko'rsatdi. Oyning birinchi yarmida kontsentratsiyaning nisbatan yuqori qiymatlari qayd etilgan bo'lib, ayrim kunlarda ko'rsatkichlar 100 mkg/m³ dan oshgan. Keyingi kunlarda ma'lum darajada pasayish kuzatilgan bo'lsa-da, kontsentratsiya qish mavsumi uchun xos bo'lgan yuqori darajada saqlanib qolgan.

Dekabr oyida PM10 kontsentratsiyasining yuqori bo'lishi birinchi navbatda qish mavsumida kuzatiladigan atmosfera inversiyasi bilan bog'liq. Inversiya sharoitida yer yuzasiga yaqin qatlamlarda sovuq havo yig'ilib qoladi, yuqori qatlamlarda esa nisbatan iliq havo joylashadi. Bunday holat atmosferaning vertikal aralashuvini cheklab qo'yadi va havoga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini qiyinlashtiradi [2]. Natijada qattiq dispers zarrachalar atmosferaning quyi qatlamida to'planib, ularning kontsentratsiyasi oshib boradi.

Shuningdek, dekabr oyida aholi tomonidan isitish tizimlaridan keng foydalanilishi ham PM10 kontsentratsiyasining ortishiga sabab bo'ladi. Turli yoqilg'ilarning yonishi natijasida hosil bo'ladigan kul va aerozol zarrachalari atmosfera havosiga qo'shimcha yuklama beradi [3]. Ayniqsa aholi zich joylashgan shahar hududlarida mazkur omil muhim ahamiyat kasb etadi.

Avtotransport vositalari ham PM10 zarrachalarining muhim manbalaridan hisoblanadi. Transport vositalari chiqindilari bilan bir qatorda harakat jarayonida yo'l qoplamasidan ko'tariladigan chang zarrachalari ham havodagi PM10 kontsentratsiyasini oshiradi [6]. Dekabr oyida shamol tezligining past bo'lishi va havoning turg'un holati mazkur zarrachalarning uzoq vaqt atmosferada saqlanib qolishiga olib keladi.

Farg'ona vodiysining tog'lar bilan o'ralgan geografik joylashuvi ham havo sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Vodiy sharoitida havo massalarining erkin almashinuvi cheklangan bo'lib, bu holat ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini susaytiradi va ularning mahalliy miqyosda to'planishiga sharoit yaratadi [7].

Shunday qilib, 2025 yil dekabr oyida kuzatilgan PM10 kontsentratsiyasining yuqori darajasi atmosfera inversiyasi, isitish manbalari, avtotransport faoliyati hamda Farg'ona vodiysining orografik xususiyatlari ta'sirida shakllangan bo'lib, qish mavsumida atmosfera havosi sifati yomonlashishining asosiy omillaridan biri sifatida baholanadi.

2026 yil yanvar oyida Namangan viloyati atmosfera havosida PM10 kontsentratsiyasi qish mavsumining eng yuqori ko'rsatkichlarini namoyon qildi. Tahlil natijalariga ko'ra, oy davomida PM10 kontsentratsiyasining minimal qiymati 66,03 mkg/m³, maksimal qiymati 118,69 mkg/m³ ni tashkil etgan bo'lib, oylik o'rtacha kontsentratsiya 91,7 mkg/m³ ga teng bo'ldi. Kuzatuvlar davomida bir necha kunlarda PM10 kontsentratsiyasi 100 mkg/m³ dan yuqori qiymatlarga yetganligi qayd etildi. Bu holat atmosfera havosining qattiq dispers zarrachalar bilan yuqori darajada ifloslanganligini ko'rsatadi va aholi salomatligi uchun ma'lum ekologik xavf tug'diradi [1].

Grafik tahlili yanvar oyida PM10 kontsentratsiyasi yuqori amplitudali tebranishlarga ega bo’lganligini ko’rsatdi. Ayniqsa oyning birinchi o’n kunligida kontsentratsiya keskin o’zgarib turgan bo’lib, ayrim kunlarda maksimal qiymatlarga erishgan. Keyingi kunlarda nisbatan pasayish kuzatilgan bo’lsa-da, kontsentratsiya oy davomida yuqori darajada saqlanib qolgan. Bu holat qish mavsumining o’rtasiga to’g’ri keluvchi yanvar oyida atmosfera sharoitlarining ifloslantiruvchi moddalar to’planishi uchun qulay bo’lishi bilan izohlanadi.

Yanvar oyida PM10 kontsentratsiyasining yuqori bo’lishiga ta’sir qiluvchi asosiy omillardan biri harorat inversiyasi hisoblanadi. Inversiya holatida yer yuzasiga yaqin havo qatlamlari sovib ketadi, yuqori qatlamlarda esa nisbatan iliq havo saqlanib qoladi. Bu atmosferaning vertikal aralashuvini cheklab, ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini sekinlashtiradi. Natijada havoga chiqarilgan qattiq zarrachalar atmosferaning quyi qatlamlarida yig’ilib boradi va ularning kontsentratsiyasi ortib ketadi [2].

Shuningdek, yanvar oyida shamol tezligining past bo’lishi ham PM10 zarrachalarining tarqalishini cheklovchi muhim meteorologik omil hisoblanadi. SHamol atmosfera havosining tabiiy tozalanish jarayonida muhim rol o’ynaydi. SHamol tezligi pasayganda zarrachalarning atmosferadan chiqib ketishi sekinlashadi va ular aholi yashash hududlarida uzoq vaqt saqlanib qoladi [4].

Qishning eng sovuq davri hisoblangan yanvar oyida aholi tomonidan isitish vositalaridan intensiv foydalanilishi ham PM10 kontsentratsiyasining oshishiga sezilarli ta’sir ko’rsatadi. Tabiiy gaz, ko’mir va boshqa yoqilg’ilarning yonishi jarayonida atmosferaga katta miqdorda qattiq aerozol zarrachalari chiqariladi [3]. Bu ayniqsa aholi zich joylashgan shahar hududlarida yaqqol namoyon bo’ladi.

Avtotransport vositalari chiqindilari ham PM10 kontsentratsiyasining shakllanishida muhim o’rin tutadi. Transport harakati natijasida nafaqat chiqindi gazlar, balki yo’l yuzasidagi chang va tuproq zarrachalari ham havoga ko’tariladi. Qish mavsumida atmosferaning turg’un holati ushbu zarrachalarning uzoq vaqt havoda saqlanishiga sabab bo’ladi [6].

Farg’ona vodiysining orografik xususiyatlari ham yanvar oyida havo ifloslanishining kuchayishiga ma’lum darajada ta’sir ko’rsatadi. Vodiyning tog’ tizmalari bilan o’ralganligi havo massalarining erkin harakatlanishini cheklaydi hamda mahalliy ifloslantiruvchi moddalarning atmosferaning quyi qatlamlarida yig’ilib qolishiga sharoit yaratadi [7].

Umuman olganda, yanvar oyida kuzatilgan yuqori PM10 kontsentratsiyalari atmosfera inversiyasi, shamol tezligining pastligi, isitish tizimlaridan chiqadigan chiqindilar, avtotransport vositalari faoliyati va vodiyning geografik xususiyatlari bilan uzviy bog’liq bo’lib, qish mavsumida atmosfera havosi sifatining yomonlashishida asosiy omillardan biri sifatida baholanadi.

2026 yil fevral oyida Namangan viloyati atmosfera havosidagi PM10 kontsentratsiyasi yanvar oyiga nisbatan pasayish tendentsiyasini namoyon qildi. Tahlil natijalariga ko’ra, oy davomida PM10 kontsentratsiyasining minimal qiymati 56,48 mkg/m³, maksimal qiymati 102,23 mkg/m³ ni tashkil etdi, oylik o’rtacha kontsentratsiya esa 78,5 mkg/m³ ga teng bo’ldi. Mazkur ko’rsatkich yanvar oyida kuzatilgan o’rtacha kontsentratsiyadan past bo’lib, atmosfera havosida qattiq dispers zarrachalar miqdorining ma’lum darajada kamayganligini ko’rsatadi. Biroq PM10 kontsentratsiyasi sanitariya-gigienik me’yorlardan yuqori darajada saqlanib qolganligi atmosfera havosi ifloslanishi muammosi dolzarbligicha qolganligini ko’rsatadi [1].

Grafik tahlili fevral oyining dastlabki kunlarida PM10 kontsentratsiyasi nisbatan yuqori darajada saqlanganligini ko’rsatdi. Ayniqsa oy boshida ayrim kunlarda kontsentratsiya 100 mkg/m³ ga yaqinlashgan bo’lsa, keyingi kunlarda asta-sekin pasayish kuzatildi. Oyning ikkinchi yarmida kontsentratsiyaning nisbatan barqarorlashishi va past qiymatlarda saqlanishi kuzatildi. Bu holat qish mavsumining yakuniy bosqichida atmosfera sharoitlarining o’zgarishi bilan bog’liqdir.

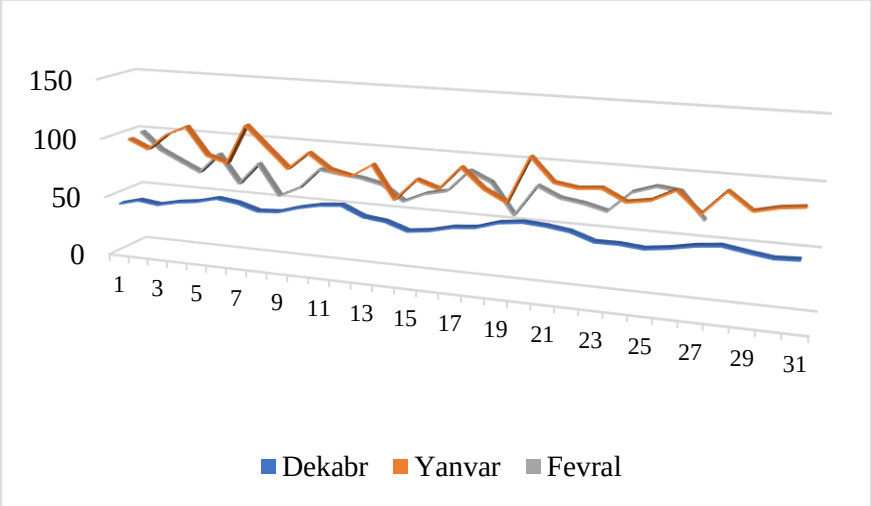
Fevral oyida PM10 kontsentratsiyasining pasayishida havo haroratining bosqichma-bosqich ko’tarilishi muhim ahamiyatga ega bo’lgan. Haroratning oshishi atmosferaning quyi qatlamlarida havo massalarining aralashishini kuchaytiradi va inversiya holatlarining davomiyligini qisqartiradi [2]. Natijada atmosferaga chiqarilgan qattiq zarrachalar yuqoriroq qatlamlarga tarqalib, yer yuzasi yaqinida ularning kontsentratsiyasi pasayadi.

Shuningdek, fevral oyida atmosferaning vertikal aralashish qobiliyati ortishi ham PM10 kontsentratsiyasining kamayishiga xizmat qilgan. Qish mavsumining oxiriga kelib quyosh radiatsiyasining ortishi natijasida havo qatlamlari o'rtasidagi energiya almashinuvi faollashadi. Bu esa atmosferaning o'z-o'zini tozalash qobiliyatini oshiradi va ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini tezlashtiradi [5].

Fevral oyida shamol faolligining kuchayishi ham muhim omillardan biri hisoblanadi. Shamol havodagi qattiq zarrachalarni boshqa hududlarga ko'chirib, mahalliy kontsentratsiyaning pasayishiga olib keladi. Ko'plab tadqiqotlarda shamol tezligi bilan PM10 kontsentratsiyasi o'rtasida teskari korrelyatsiya mavjudligi qayd etilgan [4]. Shu sababli fevral oyida kuzatilgan shamolli kunlar havo sifati yaxshilanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatgan bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari, yog'ingarchiliklar ham atmosfera havosini tozalashning tabiiy mexanizmi hisoblanadi. Yomg'ir va qor zarrachalari havodagi chang va aerozollarni yutib, ularni yer yuzasiga olib tushadi. Ushbu jarayon atmosfera fizikasida "wet deposition" yoki nam cho'kish deb ataladi [3]. Fevral oyida kuzatilgan yog'ingarchiliklar PM10 kontsentratsiyasining pasayishiga ma'lum darajada hissa qo'shgan bo'lishi mumkin(1-rasm).

Farg'ona vodiysi sharoitida ham fevral oyida meteorologik vaziyatning nisbatan yaxshilanishi atmosfera havosi sifatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Qishning eng sovuq davri o'tishi bilan inversiya holatlari kamayadi, havo almashinuvi kuchayadi va ifloslantiruvchi moddalarning atmosferaning quyi qatlamlarida yig'ilib qolishi ehtimoli pasayadi [7].



1-rasm. Namangan viloyati atmosfera havosida PM10 kontsentratsiyasining 2025 yil dekabr – 2026 yil yanvar, fevral oylaridagi kunlik o'zgarish dinamikasi

Tahlil natijalariga ko'ra qish mavsumi davomida PM10 kontsentratsiyasida aniq mavsumiy o'zgarish kuzatildi. Yanvar oyi eng yuqori ifloslanish darajasi bilan ajralib turdi. Dekabr oyida nisbatan o'rtacha ko'rsatkichlar qayd etilgan bo'lsa, fevral oyida kontsentratsiyaning pasayishi kuzatildi.

Bu holat Farg'ona vodiysiga xos relef xususiyatlari va qish mavsumidagi atmosfera tsirkulyatsiyasi bilan uzviy bog'liqdir. Havo almashinuvining cheklanganligi ifloslantiruvchi moddalarning atmosferaning quyi qatlamida yig'ilishiga sabab bo'ladi(1-jadval).

1-jadval

Namangan viloyati atmosfera havosida PM10 kontsentratsiyasining 2025 yil dekabr – 2026 yil yanvar, fevral oylaridagi qiyosiy ko'rsatkichlari

Oy	Minimal qiymat (mkg/m³)	Maksimal qiymat (mkg/m³)	O'rtacha qiymat (mkg/m³)	O'zgarish xususiyati
Dekabr 2025	66,03	118,69	91,9	Qish mavsumi boshlanishi bilan kontsentratsiya yuqori darajada shakllangan
Yanvar 2026	66,03	118,69	91,7	Inversiya va havo turg'unligi ta'sirida eng yuqori ifloslanish kuzatilgan
Fevral 2026	56,48	102,23	78,5	Havo almashinuvi kuchayishi hisobiga kontsentratsiya pasaygan

Qish mavsumi o'rtacha	62,85	113,20	87,4	PM10 kontsentratsiyasi butun mavsum davomida yuqori saqlangan

Manba: muallif tomonidan IQAir monitoring ma'lumotlari asosida hisoblangan.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, qish mavsumi davomida PM10 kontsentratsiyasining o'rtacha qiymati 87,4 mkg/m³ ni tashkil etgan. Eng yuqori ifloslanish darajasi yanvar oyida qayd etilgan bo'lsa, fevral oyida kontsentratsiyaning pasayishi kuzatilgan. Bu holat qish mavsumi davomida atmosfera havosi sifatiga meteorologik omillar va antropogen manbalarning kuchli ta'sir ko'rsatganligini tasdiqlaydi [1–7].

Xulosa. Tadqiqot natijalari Andijon viloyati atmosfera havosida PM10 kontsentratsiyasi 2025–2026 yillar qish mavsumi davomida yuqori darajada saqlanganligini ko'rsatdi. Eng yuqori ko'rsatkichlar yanvar oyida qayd etilib, bu holat atmosfera inversiyasi, havo turg'unligi va antropogen omillar ta'siri bilan izohlanadi. Fevral oyida esa atmosferaning aralashish jarayonlari faollashishi natijasida PM10 kontsentratsiyasining pasayishi kuzatildi. Olingan natijalar qish mavsumida havo sifatiga meteorologik sharoitlar muhim ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi hamda atmosfera havosi monitoringini muntazam olib borish zarurligini ko'rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. World Health Organization (WHO). WHO Global Air Quality Guidelines: PM2.5, PM10, Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide. – Geneva: WHO, 2021. – 273 p.

2. Seinfeld J.H., Pandis S.N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. – 3rd ed. – New York: John Wiley & Sons, 2016. – 1152 p.

3. Jacobson M.Z. Air Pollution and Global Warming: History, Science and Solutions. – 2nd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2012. – 391 p.

4. Arya S.P. Air Pollution Meteorology and Dispersion. – New York: Oxford University Press, 1999. – 310 p.

5. Wallace J.M., Hobbs P.V. Atmospheric Science: An Introductory Survey. – 2nd ed. – Burlington: Academic Press, 2006. – 504 p.

6. European Environment Agency (EEA). Air Quality in Europe 2023 Report. – Copenhagen: European Environment Agency, 2023. – 168 p.

7.Abdullaev S., Karimov A., Tursunov B. Atmospheric pollution and meteorological conditions in the Fergana Valley // Environmental Problems of Central Asia. – 2022. – Vol. 8. – No. 2. – P. 45–53.

UO'K 575.113; 577.21

MALINA (*RUBUS IDAEUS)* SELEKSIYASIDA ZAMONAVIY MOLEKULYAR MARKERLARNING AHAMIYATI

G.F.Mamatqulova, kat.i.x., O'zR FA Genetika va O'EB instituti, Toshkent
N.M. Rahimova, tayanch doktorant, O'zR FA Genetika va O'EB instituti, Toshkent
D.K.Ernazarova, prof., O'zR FA Genetika va O'EB instituti, Toshkent
F.N.Kushanov, prof., O'zR FA Genetika va O'EB instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Maqolada Rubus idaeus L. seleksiyasida zamonaviy SSR, SNP va SRAP molekulyar markerlarining samaradorligi tahlil qilingan. Tadqiqotda genetik xaritalash va markerlarga asoslangan seleksiya (MAS) orqali xo'jalik uchun muhim belgilarni (hosildorlik, chidamlilik) erta bosqichda aniqlash va seleksiya jarayonini tezlashtirish imkoniyatlari asoslangan.*

Kalit so'zlar: *malina, Rubus idaeus L, fenotip, molekulyar markerlar, SSR, SNP, genetik xaritalash, QTL, MAS.*

Аннотация. *В статье анализируется эффективность современных молекулярных маркеров SSR, SNP и SRAP в селекции Rubus idaeus L. Исследование основано на возможности раннего выявления важных для хозяйства признаков (урожайность, устойчивость) и ускорения процесса селекции посредством генетического картирования и маркерной селекции (MAS).*

Ключевые слова: *малина, Rubus idaeus L, фенотип, молекулярные маркеры, SSR, SNP, генетическое картирование, QTL, MAS*

Abstract. *The article analyzes the effectiveness of modern SSR, SNP, and SRAP molecular markers in the selection of Rubus idaeus L. The study is based on the possibility of early identification of important traits for the economy (yield, resistance) and acceleration of the selection process through genetic mapping and marker-based selection (MAS).*

Key words: *raspberry, Rubus idaeus L, phenotype, molecular markers, SSR, SNP, genetic mapping, QTL, MAS*

Kirish. Malina (*Rubus idaeus L.*) o‘zining shifobaxsh xususiyatlari, ozuqaviy qiymati (fruktoza, glyukoza), vitaminlar (A, B, C, E, PP) va biologik faol moddalari mavjudligi sababli tibbiyotda, xalq xo‘jaligida va parhezshunoslikda juda katta ahamiyatga ega. Malina yetishtirish dunyo miqyosida agrosanoat tarmoqlarining eng tez rivojlanayotgan va yuqori daromad keltiruvchi sohalardan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda sog‘lom turmush tarzi va tabiiy mahsulotlarga bo‘lgan talabning ortishi bu bozorning iqtisodiy ahamiyatini yanada oshirmoqda. Malina nafaqat yangi uzilgan meva ko‘rinishida, balki qayta ishlash sanoatida (muzlatilgan, quritilgan, murabbo, sharbatlar, sut va qandolatchilik mahsulotlari, kosmetika hamda farmatsevtika) ham keng qo‘llaniladi.

Malina (*Rubus idaeus* L.) dunyo bo‘yicha keng yetishtiriladigan va yuqori iqtisodiy ahamiyatga ega rezavor meva ekinlaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda sog‘lom ovqatlanish va funksional oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabning ortishi natijasida ushbu ekinni yetishtirish va seleksiyasiga qiziqish tobora kuchayib bormoqda [5].

O‘simliklar seleksiyasi va genetikasida an’anaviy fenotiplash (tashqi ko‘rinish, o‘sish sur’ati, hosildorlik kabi belgilarni vizual yoki qo‘lda o‘lchash) uzoq yillar davomida asosiy usul bo‘lib kelgan. Biroq, bugungi zamonaviy qishloq xo‘jaligi talablari oldida bu usul bir qancha jiddiy qiyinchiliklar va cheklovlarni yuzaga keltirmoqda. Ko‘plab belgilar (masalan, hosildorlik, meva sifati, kechki kasalliklarga chidamlilik) faqat o‘simlik to‘liq yetilgandagina namoyon bo‘ladi. Ko'p yillik mevali ekinlarda seleksiya jarayoni (nav yaratish) odatda uzoq davom etadi. Inson omili sababli vizual baholashda xatoliklar ko‘p bo‘ladi. Ikki xil mutaxassis bitta kasallik darajasini turlicha baholashi mumkin. Yuqoridagi muammolarni inobatga olgan holatda bu muammoning yechimini hal qilishda molekulyar markerlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Molekulyar markerlar - o‘simlikning fenotipik namoyon bo'lishidan qat'i nazar, uning genomidagi ma’lum bir foydali genga bog‘langan "belgilar" yoki "ko‘rsatkichlar"dir. Ular an’anaviy seleksiya usullarini to'ldiruvchi va ularning samaradorligini oshiruvchi vosita hisoblanadi. Molekulyar biologiyadagi ilmiy yutuqlar va xususan, molekulyar markerlardan foydalanish seleksiya jarayonini tezlashtirishi mumkin, chunki ular qimmatli xususiyatlarga ega ko‘chatlarni ancha erta bosqichda baholash imkonini beradi.

Malina (*Rubus idaeus* L.) seleksiyasida zamonaviy biotexnologik usullarni, xususan, genetik xaritalash va markerlar yordamida saralash (MAS) texnologiyasini qo‘llash o‘simlikning diploid genomi (2n = 2× = 14) va uning nisbatan kichik hajmi (~275 Mbp) sababli qulay obyekt hisoblanadi.

Malina genomikasi tadqiqotlarining dastlabki bosqichlarida tasodifiy va gibridizatsiyaga asoslangan markerlar keng qo‘llanilgan. Bulardan RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markerlari bo‘lib, odatda 10 ta nukleotiddan iborat tasodifiy praymerlar yordamida genomning noma’lum qismlarini amplifikatsiya qilishga asoslangan. RAPD dominant marker bo‘lib, gomozigota va geterozigotalarni ajrata olmaydi. Tadqiqot ishidagi asosiy muammosi - laboratoriya sharoiti yoki PCR qurilmasi o‘zgarganda natija turlicha chiqishi hisoblanadi. Shu sababli hozirgi vaqtda malina seleksiyasida bu markerlar deyarli foydalanilmaydi.

AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)- DNKni restriksiya fermentlari bilan kesish va o‘ziga xos adapterlar yordamida selektiv amplifikatsiya qilishga asoslangan. Garchi genom bo‘ylab juda ko‘p lokuslarni bir vaqtda qamrab olsada, AFLP ham dominant marker bo‘lib, tahlil jarayoni ko‘p bosqichli, murakkab va qimmat bo‘lib, katta populyatsiyalarni tezkor skrining qilish imkonini bermaydi.

Hozirgi vaqtda zamonaviy molekulyar markerlar (SSR, SNP va SRAP) o‘simliklar seleksiyasida genetik xaritalarni tuzish va markerlarga asoslangan seleksiya jarayonlarining asosi bo‘lib xizmat qilmoqda.

SSR (Simple Sequence Repeats). Genomdagi 1- 6 juft nukleotidlarning qisqa tandem takrorlanishlariga (masalan, ATATAT.) asoslangan PCR markeridir. Bu markerlar Ko-dominant marker hisoblanadi (gomozigota va geterozigotani aniq ajratadi). Polimorfizm darajasi yuqori bo‘lib, malina navlarining genetik xilma-xilligini baholashda va genetik xaritalarni yaratishda eng ishonchli

markerlardan hisoblanadi. Navlarining genetik sofligini tekshirishda SSR markerlari yuqori aniqlikni ta'minlab beradi. Castillo va uning jamoasi tomonidan 2010-yildagi tadqiqotlarida 44 ta malina genotiplarida 12 ta SSR markeridan 10 tasida genetik xilma-xillik ko'rsatkichlari yuqori baholanib, geterozigotalik, yuqori polimorfizm (PIC) hamda inbriding (yaqin qarindoshlik chatishtirish) koeffitsiyentining pastligi bo'yicha eng samarali SSR lokuslari sifatida RiM019, RhM003 va RhM011 markerlari e'tirof etilgan. Ushbu lokuslar malina genetik xaritasining uch xil turli birlashish guruhlariga (5, 2 va 7-birlashish guruhlari/Linkage Groups) joylashtirilgan va har bir ekin turi ichida 12 ta SSR markeri yordamida aniqlangan o'ziga xos noyob genotiplarni bir-biridan aniq farqlab berilishi qayd qilingan [2]. Lebedev (2019) o'z tadqiqotlarida flavonoidlar biosintezini boshqaruvchi genlardagi SSR markerlaridan foydalanib, turli rangli malina navlarining genetik xilma-xilligini o'rgangan. Bunda eng yuqori informativlik (polimorfizm) darajasi RiMY01 lokusida (PIC = 0.82) aniqlangan [13]. Lee (2016) tadqiqotlarida esa, SSR markerlari yordamida *Rubus* turkumiga mansub 6 ta turning 69 ta namunasi genetik jihatdan o'rgangan, 23 ta SSR markeri yordamida jami 351 ta allel aniqlangan va yuqori polimorfizm ko'rsatkichi (o'rtacha PIC = 0.76) qayd etilgan [14].

Malina genomikasi sohasidagi dastlabki tadqiqotlar, asosan, SSR markerlari yordamida tizimli genetik xaritalarni yaratishga qaratilgan bo'lib, bu yangi nav namunalarini maqsadli saralash imkonini beradi. Graham va uning jamoasi tomonidan (2004) ilk marta malinaning cDNA va genom sekvensi kutubxonalaridan SSR markerlar ishlab chiqilgan. Ushbu tadqiqot doirasida, SSR markerlari yordamida malina poyasining tikanligini nazorat qiluvchi muhim gen genetik xaritaning 2-birlashish guruhida (Linkage Group 2 - LG2) joylashganligi aniqlangan. Ushbu olimlar tomonidan kashf etilgan Rub-seriyali (masalan, *Rub5a*, *Rub118a*) SSR praymerlari bugungi kunda ham dunyo laboratoriyalarida standart hisoblanadi [9].

Birinchi genetik xarita malina (*Rubus idaeus) Glen Moy* va Amerika qizil malinasi *(Rubus strigosus) Latham* duragay populyatsiyasi asosida tuzilgan. SSR va EST-SSR markerlari yordamida xarita tuzilib, 80 ta marker joylashuvi aniqlangan. Natijalarga ko'ra QTL, patogenlarga chidamlilik genlari, meva rangi va shakar miqdori kabi belgilar bo'yicha xaritalash amalga oshirilgan [6,17].

Keyingi tadqiqotlarda *Glen Moy*×*Latham* populyatsiyasi asosida 43 ta yangi marker ishlab chiqildi. *Prunus L.* genlar ketma-ketligi tahlil qilinib mevaning uzoq saqlanishi va patogenlarga chidamlilik xususiyatlari o'rganilgan [19]. 2018 yilda bir guruh olimlar QTL xaritalash orqali mevaning fiziologik va iqtisodiy belgilar bilan bog'liqligi aniqlangan [12]. D.J.Sargent va uning shogirdlari tomonidan olib borilgan tadqiqotda AFLP va SSR markerlari asosida malina navlari (*'Malling Jewel'*×*'Malling Orion'*) uchun genetik xarita tuzilgan va natijada LG3 lokusida mevalarning kasalliklarga chidamliligini nazorat qiluvchi *dcv* geni joylashganligi aniqlangan [18]. 2015-yilda E1 populyatsiyasi (*R.occidentalis*×*R.Idaeus*) asosida 556 ta marker aniqlangan. Bu markerlarning 148 tasi SNP bo'lib, mevaning shakli va tarkibiy qismlarini nazorat qiluvchi genlar joylashuvini xaritalashga yordam bergan [1]. Molina-Bravo (2014) tadqiqotlarda malinaning turli harorat va qishki stress omillari ta'siridagi genetik belgilar xaritalangan. LG5 va LG6 lokuslarida o'sish va rivojlanish uchun muhim bo'lgan genlar joylashgani aniqlandi [15]. Shuningdek, 2013-yilda *Arapaho*× *APF-12* duragay populyatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotda, LG7 lokusida meva hosildorligi va shaklini nazorat qiluvchi QTL aniqlangan [3].

Hozirgi paytda SSR markerlar tahlili uchun praymerlar funksional mikrosatellit hududlariga asoslangan holda ishlab chiqilgan. Bu usulda mavjud genetik ma'lumotlar bazasidan yoki eksperimental tadqiqotlardan olingan ma'lumotlar asosida mos praymerlar tanlanadi. Masalan, *Rubus idaeus*- qizil malina *(Heritage)* va *Rubus occidentalis* – qara malina *(Bristol)* navlaridan 5498 ta SSR-markerlar ajratib olingan [1]. Mikrosatellitlarni aniqlashning yana bir usuli SSR-motiflarni butun genom bo'ylab tahlil qilishdir. Bu yondashuvda genetik ma'lumotlar BAC-klonlar (bacterial artificial chromasome) yordamida tahlil qilinadi. Natijada, (GA)n, (CA)n, (AC)n, (AG)n kabi takrorlanuvchi hududlar aniqlangan [7]. Zurn va boshq. (2018) tadqiqotlarida SSR agenotiplash jarayonida 489 namunlardan olingan genetik ma'lumotlar tahlil qilinib 94.5% *Rubus idaeus* va boshqa *Rubus* turlarining genomidan SSR-markerlarning muvaffaqiyatli ajratilganligi tasdiqlangan [20]. *Glen moy* va *Latham* kabi navlarning genotiplari EST-SSR markerlari yordamida tahlil qilingan. EST-SSR markerlar yordamida o'sish tezligi, hosildorlik, kasalliklarga chidamlilik kabi muhim belgilar tahlil

qilingan. Olimlarning fikricha EST-SSR markerlar keyinchalik malina genetik xaritasini tuzishda ahamiyatli vosita bo‘lishi mumkin [19]. SSR markerlar asosida malina va maymunjonlarning genetik xaritasi tuzilgan. Olimlar tomonidan 48 xil genotipdan iborat namunalar tahlil qilinib, 13 ta eng samarali SSR-marker ajratib olingan [13,2].

Bir qator tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, yovvoyi populyatsiyalar va gibrid shakllar o‘rtasida genetik struktura hamda polimorfizm darajasi bo‘yicha sezilarli tafovutlar mavjudligi aniqlangan. Turkiyalik olimlar tadqiqotlarda malina va boshqa *Rubus* turlarining SSR-polimorfizmi tahlil qilinib, yuqori genetik xilma-xillik aniqlangan [8]. Kriokonservatsiya orqali o‘stirilgan namunalar o‘zining boshlang’ich genotipiga to‘la mosligi bilan ajralib turgan. Polimorfizm kuzatilmagan bo‘lib, bu holat epigenetik o‘zgaruvchanlik bilan izohlangan [2]. Mikrosatellit markerlar yaratishda yangi avlod sekvensiyalash (NGS) usullari muhim o‘rin tutgan. Bu usullar orqali butun genomni sekvenirlash imkoniyatlari paydo bo‘ldi. *Rubus idaeus* va *Rubus occidentalis*ning 40 millionga yaqin genetik sekvens natijalari tahlil qilinib, 6000 dan ortiq SSR lokuslar ajratib olinganligi qayd etilgan [4]. Shundan 288 ta asosiy lokus tahlili uchun saralanib, ISSR- markerlar genomning kam o‘rganilgan qismlarini tahlil qilish va o‘ziga xos polimorfizmini aniqlash uchun ishlatiladi. Malina navlarida DNK molekulalarining konformatsion o‘zgarishlari va mononukleotid polimorfizmlarini (SNP) aniqlashga asoslangan SSCP (Single-strand Conformation Polymorphism) tahlillari ham keng qo‘llaniladi. Xususan, SSCP usuli yordamida Koreyaning madaniy malina (KCB — Korean Cultivated Bramble) namunalarida gullash muddatini belgilovchi TFL1-g geni aniqlangan bo‘lib, bu ushbu genotiplarning qora malina (*Rubus occidentalis)* turi bilan genetik jihatdan uzviy bog‘liqligi ehtimolini ko‘rsatib berdi [4].

Rubus idaeus L. da meva uvalanib ketishi (crumbly) bilan bog‘liq bo‘lgan bir qator molekulyar tadqiqotlar olib borilgan. Graham (2015) malina mevasining uvalanib ketish (crumbly fruit) nuqsoni 1-xromosomadagi (LG 1) 101 cM masofada joylashganligini RUB256e SSR markeri bilan bog‘liq holda QTL tahlili orqali aniqladi. Tadqiqotda *Latham* navidagi b alleli ushbu salbiy belgi uchun asosiy genetik omil ekanligini ko‘rsatib, uvalanish darajasi ochiq dalada yuqori, issiqxonalarda esa past bo‘lishini tasdiqladi [10]. So‘nggi yillardagi yana shu kabi tadqiqotlardan Oliveira M (2026) malina mevasi transportatsiyasi uchun Rub256e markerini eng samarali marker sifatida qayd etib, bu markerning 8 ta har xil allelini aniqlagan, navlarni o‘zaro farqlash uchun juda samarali (informativ) marker ekanligini qayd etgan [16].

Shu kabi tadqiqotlardan yana birida SSR va SRAP (sequence-related amplified polymorphism) markerlari yordamida 76 ta yovvoyi va madaniy malina navlarining genetik xilma xilliklari o‘rganilgan. Molekulyar markerlardan SSR markerlari populyatsiya xilma-xilligini, SRAP esa aniq navlarni ajratishda samarali bo‘lib, ikkala usulning integratsiyalashgan qo‘llanilishi germplazmani tavsiflash va molekulyar seleksiya samaradorligini oshirgan [11].

Iqlim o‘zgarishi va stress sharoitlarda malina (*Rubus idaeus*) plantatsiyalarini saqlab qolish va hosildorlikni oshirishda molekulyar markerlarga asoslangan seleksiya (Marker-Assisted Selection - MAS) juda muhim o‘rin tutadi. Malina ko‘p yillik chala buta bo‘lgani sababli, an’anaviy seleksiya ko‘p vaqt talab qiladi, zamonaviy markerlar (SSR, SNP, SRAP va funksional markerlar) esa bu jarayonni bir necha barobar tezlashtiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Bushakra J.M., Lewers K.S., Staton M.E., Zhebentyayeva T., Saski C.A.Developing expressed sequence tag libraries and the discovery of simple sequence repeat markers for two species of raspberry (*Rubus L.*) BMC Plant Biol.2015b;15:258-269.

2. Castillo, N.R.F.; Reed, B.M.; Graham, J.; Fernandez-Fernandez, F.; Bassil, N.V. Microsatellite markers for raspberry and blackberry. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 2010, *135*, 271–278.

3. Castro, P., Stafne, E.T., Clark, J.R. *et al.* Genetic map of the primocane-fruiting and thornless traits of tetraploid blackberry. *Theor Appl Genet* 126, 2521–2532 (2013).

4. Dossett M., Bushakra J.M., Gilmore B., Koch C.A., Kempler C.,Finn C.E., Bassil N.V. Development and transferability of black and red raspberry microsatellite markers from short-read sequences. J. Am. Soc. Hort. Sci. 2015;140(3):243-252.

5. FAOSTAT. (2024). *Crops and livestock products: Raspberry production quantity (global).* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from https://www.fao.org/faostat/

6. Graham J., Smith K., Tierney I., MacKenzie K., Hackett C. Mapping gene H controlling cane pubescence in raspberry and its association with resistance to cane botyritis and spur blight, rust and cane spot.Theor. Appl. Genet. 2006; 112:818-831.

7. Graham J., Smith K., Woodhead M., Russell J.R. Development and use of simple sequence repeat SSR markers in Rubus species. Mol. Ecol.Notes. 2002; 2:250-252

8. Graham J., Woodhead M., Smith K. Russell J., Marshall B., Ramsay G., Squire G. New insight into wild red raspberry populations using simple sequence repeat markers. J. Am. Soc. Hort. Sci. 2009;134(1):109-119

9. Graham, J., Smith, K., MacKenzie, K., Jorgenson, L., Hackett, C., & Powell, W. (2004). *The construction of a genetic linkage map of red raspberry (Rubus idaeus subsp. idaeus) based on AFLPs, genomic-SSR and EST-SSR markers.* Theoretical and Applied Genetics, 109, 740–749.

10. Graham, J., Smith, K., McCallum, S., Hedley, P. E., Cullen, D. W., Dolan, A. (2015). Towards an understanding of the control of 'crumbly'fruit in red raspberry. *SpringerPlus*, *4*(1), 223.

11. Guo, Z., Fan, Z., Li, X., Du, H., Wu, Z., Li, T., & Yang, G. (2025). Combined Analysis of SRAP and SSR Markers Reveals Genetic Diversity and Phylogenetic Relationships in Raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Agronomy*, *15*(6), 1492.

12. Jibran R., Dzierzon H., Bassil N., Bushakra J.M., Edger P.P., Sullivan S.,Finn C.E., Dossett M., Mockler T.C., Liachko I., Davies K.M., Foster T.M., Chagné D. Chromosome-scale scaffolding of the black raspberry (*Rubus occidentalis L*.) genome based on chromatin interaction data. Hortic. Res. 2018; 5:8.

13. Lebedev, V.G.; Subbotina, N.M.; Maluchenko, O.P.; Krutovsky, K.V. Assessment of Genetic Diversity in Differently Colored Raspberry Cultivars Using SSR Markers Located in Flavonoid Biosynthesis Genes. Agronomy 2019, 9, 518.

14. Lee, K. J., Lee, G. A., Kang, H. K., Lee, J. R., Raveendar, S., Shin, M. J., Ma, K. H. (2016). Genetic diversity and population structure of Rubus accessions using simple sequence repeat markers. *Plant breeding and biotechnology*, *4*(3), 345-351.

15. Molina-Bravo R., Fernandez G.E., Sosinski B.R. Quantitative trait locus analysis of tolerance to temperature fluctuations in winter, fruit characteristics, flower color, and prickle-free canes in raspberry. Mol. Breed. 2014; 33:267-280

16. Oliveira, M. Y., Valdiviesso, T., Luz, F. R., Duarte, A., Oliveira, P. B. D., & Varela, A. R. (2026). Exploring Molecular Markers Associated with Crumbly in *Rubus idaeus L*. *Crops*, *6*(2), 36.

17. Raluca R.A., Pamfil D., Graham J. Mapping resistance of red raspberry (Rubus idaeus subsp. idaeus) to viral diseases – leaf spot (RLSV) and vein chlorosis (RVCV) on the genetic linkage map. USAMVCN. 2006; 63:318-319

18. Sargent D.J., Fernandez-Fernandez F., Rys A., Knight V.H., Simpson D.W., Tobutt K.R. Mapping of A1 conferring resistance to Amphophoraidaei and dw (dwarfing habit) in red raspberry (*Rubus idaeus L.)* using AFLP and microsatellite markers. BMC Plant Biol. 2007; 7:15

19. Woodhead M., Smith K., McCallum S., Cardle L., Mazzitelli M.,Graham J. Identification, characterisation and mapping of simple sequence repeat (SSR) markers from raspberry root and bud ESTs. Mol. Breed. 2008; 22:555-563

20. Zurn J.D., Carter K.A., Yin M.H., Worthington M., Clark J.R.,Finn C.E., Bassil N. Validating blackberry seedling pedigrees and developing an improved multiplexed microsatellite fingerprinting set. J. Am. Soc. Hort. Sci. 2018;143(5):381-390

UO'K 582.635.38

KANNABIS (*CANNABIS SATIVA* L.) O'SIMLIGINING GUL TUZILISHI VA CHANG DONACHALARI MORFOLOGIYASI

M.K.Mutalova, PhD, kat.i.x., O'zRFA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Maqolada Cannabis sativa L. asosan ikki uyli bir yillik o'simlik bo'lib, unda changchi (erkak) va urug'chi (urg'ochi) gullar turli o'simliklarda shakllanadi. Chang donachalari mayda (18-22 mkm), sferik shaklda, uch teshikli (triporat), yupqa ekzinga ega. Acetokarmin yordamida o'tkazilgan sitokimyoviy baholash Han Ne" navida 87,1% fertil va 12,9% steril donachalarni ko'rsatdi, Erdtman bo'yicha klassifikatsiya esa tipik uch teshikli chang turini tasdiqladi.*

Kalit so'zlar: *Cannabis sativa, gul morfologiyasi, ikki uylilik, chang morfologiyasi, acetokarmin, Erdtman klassifikatsiyasi, predtsvet, gullash.*

Аннотация. *В статье установлено, что Cannabis sativa L. является преимущественно двудомным однолетним растением, у которого тычиночные (мужские) и пестичные (женские) цветки формируются на разных особях. Пыльцевые зёрна мелкие (18–22 мкм), сферической формы, трёхпоровые (трипоратные), с тонкой экзиной. Цитохимическая оценка с использованием окрашивания ацетокармином у сорта Han Ne" показала 87,1%*

фертильных и 12,9% стерильных зёрен, а классификация по системе Erdtman подтвердила типичный трёхпоровый тип пыльцы.

Ключевые слова: *Cannabis sativa, морфология цветка, двудомность, морфология пыльцы, ацетокармин, классификация Erdtman, предцвет, цветение.*

Abstract. *The article shows that Cannabis sativa L. is a predominantly dioecious annual plant, in which staminate (male) and pistillate (female) flowers develop on different plants. The pollen grains are small (18–22 μm), spherical in shape, triporate, and possess a thin exine. A cytochemical evaluation using acetocarmine staining of the Han Ne" variety revealed 87.1% fertile and 12.9% sterile grains, while classification according to the Erdtman system confirmed a typical triporate pollen type.*

Keywords*: Cannabis sativa, floral morphology, dioecy, pollen morphology, palynology, anemophily, acetocarmine, Erdtman classification, pre-flowering, flowering, hemp breeding.*

Kirish: Kannabis *(Cannabis sativa* L., *Cannabaceae* oilasi) - ikki uyli o‘simlik bo‘lib, uning erkak va urg‘ochi gullari alohida tuplarda joylashadi. O‘simlikning jinsi va gul tuzilishi uning biologik xususiyatlarini belgilaydi. O‘simlikning jinsiy tuzilishi, gullash biologiyasi va changlanish xususiyatlari nafaqat uning genetika- seleksiya dasturlari uchun, balki taksonomik va filogenetik tadqiqotlar uchun ham katta ahamiyatga ega. Sanoat yo‘nalishida olib borilayotgan seleksiya ishlarida ayniqsa erkak va urg‘ochi o‘simliklarni erta bosqichda farqlash, gul tuzilishini o‘rganish va chang donachalarining morfologik xususiyatlarini aniqlash muhim amaliy va nazariy vazifa hisoblanadi.

Kannabis o‘simligi ikki uyli (ayrim jinsli) o‘simlik hisoblanadi. Bu degani, erkak va urg‘ochi gullar alohida-alohida o‘simlik tuplarida joylashadi. Kamdan-kam hollarda bir uyli (har ikki jinsli gullar bir tupda) shakllari ham uchrab turadi. Kannabis gullarining tuzilishi jinsiga qarab quyidagicha bo‘ladi:

Erkak gullar (Changchili)- Erkak gullar xalq orasida va biologiyada «poskon» deb ham ataladi. Joylashishi poyaning yuqori qismida, barg qo‘ltiqlarida to‘planib, ro‘vak gulpoyani hosil qiladi.Har bir erkak gul oddiy, yashil-sariq rangli 5 ta gulqo‘rg‘on bargchasidan va uzun ipchalarda osilib turadigan 5 ta changchidan iborat. Bu gullar ancha erta ochiladi va changlari shamol yordamida uzoq masofalarga osongina tarqaladi ya’ni shamol vositasida changlanuvchi o‘simlikdir. Chang tugagandan so‘ng erkak tuplar qurib qoladi. Urg‘ochi gullar (Urug‘chi)-Urg‘ochi o‘simliklar va ularning gullari «materka» deb ataladi. Barg qo‘ltiqlarida juft-juft bo‘lib joylashadi va poya uchida zich, boshoqsimon gulpoyani (to‘pgulni) hosil qiladi. Erkak gullariga qaraganda soddaroq tuzilgan. Unda aniq gulbarglar bo‘lmaydi. Gul birgina kichik yashil bargcha bilan o‘ralgan bo‘lib, uning ichida bitta urug‘chi joylashadi Urug‘chining uchida changni tutib qolish uchun xizmat qiluvchi ikkita uzun, tukli tumshuqcha (stigma) bo‘ladi. Bu tumshuqchalar odatda oq, qaymoq rang yoki pushti tusda bo‘lib, tashqariga chiqib turadi.

1-jadval

Erkak va urg‘ochi gullarning asosiy farqlari

Xususiyati	Urg‘ochi gul (Female)	Erkak gul (Male)
Tashqi ko‘rinishi	Zich, tukli to‘plar (kola)	Tarqoq joylashgan, kichik qoplar shingili
Asosiy a’zosi	Urug‘chi	Chagnchi
Vazifasi	Chang qabul qilish	Chang ishlab chiqarish va shamolga tarqatish
Smola (trixoma) miqdori	Juda yuqori	Juda past

Agar urg‘ochi gul erkak gul changi bilan urug‘lanmasa (bunday gullar sinsemilya deb ataladi), u urug‘ hosil qilmaydi va butun kuchini smola hamda trixomalar ishlab chiqarishga qaratadi - bu esa sanoat va tibbiy maqsadlarda yetishtirishning asosiy strategik yondashuvi hisoblanadi.

O‘sish va rivojlanish fazalari: gullash oldi va gullash bosqichlari-gullashdan oldingi fazasi-Kannabisning ontogenezida vegetativ o‘sishdan generativ rivojlanishga o‘tish gullash oldi deb ataluvchi oraliq faza orqali amalga oshadi. Ushbu bosqichda o‘simlik jinsiy belgilarini namoyon qila boshlaydi va gul kurtaklari shakllanadi. Kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, bu jarayon odatda vegetativ o‘sishning to‘rtinchi haftasidan so‘ng, ko‘pincha ildiz bo‘g‘zidan hisoblaganda to‘rtinchi va oltinchi bo‘g‘im oralig‘ida boshlanadi. Erkak va urg‘ochi individlarning gullash odiiyalari morfologik jihatdan bir-biridan aniq farqlanadi, bu esa o‘simlik jinsini erta bosqichda vizual diagnostika qilish

imkonini beradi. Sanoat kannabisi va urug‘siz (sinsemilya tipidagi) hosil olishga qaratilgan yetishtirish tizimlarida ushbu bosqich alohida amaliy ahamiyatga ega: agar yetishtirishdan maqsad urug‘ olish bo‘lmasa, erkak o‘simliklarni gullash odi bosqichida imkon qadar tezroq aniqlab, populatsiyadan chiqarib tashlash zarur. Bu chora tasodifiy changlanishning oldini olish va sifatli, urug‘siz hosil shakllanishini ta’minlash uchun qo‘llaniladi.



1-rasm. «Han Ne» navining ko’rinishi

Gullash odi fazasining davomiyligi o‘simlikning fotoperiodik turiga bog‘liq holda farqlanadi: avtogullovchi navlarda gullash odi fazasi qisqa muddatli bo‘lib, tezda to‘liq gullash bosqichiga o‘tadi; fotoperiodik navlarda esa bu faza yorug‘lik rejimi sun’iy ravishda kuniga 12 soat yoki undan kamroq davomiylikdagi siklga o‘tkazilmaguncha davom etadi. Gullash odi bosqichining yakunlanishi, odatda, gullashning aniq morfologik belgilari to‘pgullarning shakllanishi paydo bo‘lishi bilan belgilanadi.

Gullash fazasi: Generativ rivojlanishning navbatdagi bosqichi gullash quyidagi bir qator xarakterli tashqi morfologik o‘zgarishlar bilan tavsiflanadi: poyaning intensiv uzayishi kuzatiladi; yon shoxlarning o‘sishi asimmetrik xarakter kasb etadi yangi shakllanayotgan barglarda bargcha soni kamayadi; yangi to‘pgullar hosil bo‘ladi, biroq ularning o‘sish sur’ati vaqt o‘tishi bilan asta-sekin susayib boradi.

Gullarning to‘liq shakllanish va yetilish davri, navning genetik xususiyatlariga qarab, 4 haftadan 16 haftagacha davom etishi mumkin. Ushbu bosqich mahsuldorlik va hosil sifatini belgilovchi eng muhim fenologik davr hisoblanadi, chunki aynan shu vaqt oralig‘ida to‘pgullarda ikkilamchi metabolitlar (kannabinoidlar, terpenoidlar) to‘planishi jadallashadi.

Material va metodika: Tadqiqot obyekti *sifatida Cannabis sativa* L. turining «Han Ne» navi tanlab olindi. O‘simlik namunalari to‘liq gullash fazasida, erkak o‘simliklardan olindi. Yangi ochilgan gullardan chang donachalari mayda cho‘tka yordamida ehtiyotkorlik bilan ajratib olindi va predmet oynachaga yupqa qatlam (surtma) shaklida yoyildi.Chang donachalarining hayotiyligi (fertillik) va morfologiyasini aniqlash uchun klassik acetokarmin usuli qo‘llanildi. Bo‘yoq eritmasi karminni 45%li sirka kislotasida qaynatib eritish orqali tayyorlandi. Preparatga bir tomchi acetokarmin tomizilib, ustidan qopqoq oynacha yopildi va bir necha daqiqa (5–10 daqiqa) bo‘yalishi uchun kutildi, so‘ngra ortiqcha bo‘yoq filtr qog‘ozi bilan yengil bosim ostida so‘rib olindi.Tayyorlangan preparatlar yorug‘lik mikroskopida 40x obyektiv kattaytirishda ko‘zdan kechirildi. Har bir ko‘rish maydonidagi chang donachalari soni hisoblab chiqildi va suratga olindi.

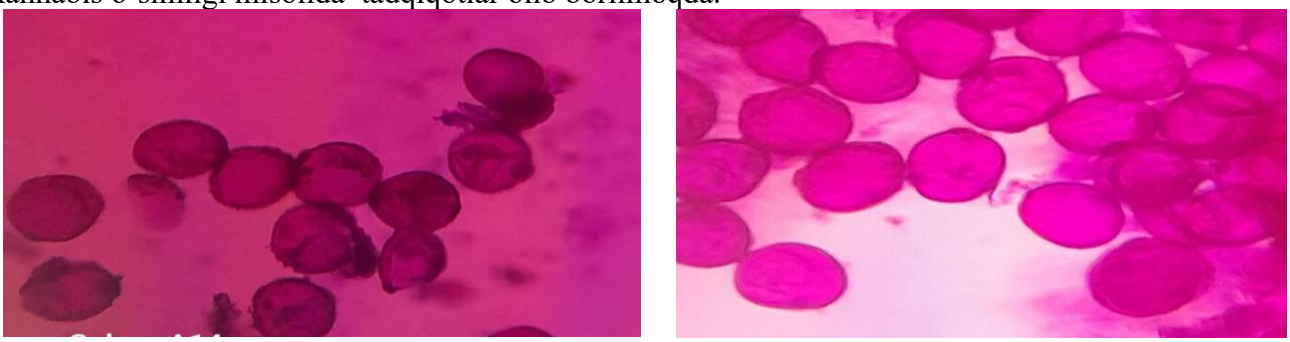
Fertillikni baholash mezoni- Donachalar bo‘yalish intensivligiga ko‘ra ikki toifaga ajratildi: fertil (hayotiy) donachalar - sitoplazmasi to‘liq saqlangan, to‘q pushti-binafsha rangga bir tekis bo‘yalgan donachalar; steril donachalar bo‘yalmagan, zaif bo‘yalgan yoki ichki bo‘shliq (vakuolizatsiya)ga ega donachalar. Fertillik foizi quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

Fertillik (%) = (fertil donachalar soni / jami hisoblangan donachalar soni) × 100.

Har bir preparatda kamida 3 ta turli ko‘rish maydonidan jami 200–300 dona chang donachasi hisobga olindi, olingan ma’lumotlar o‘rtacha qiymat shaklida ifodalandi.

Morfologik tasniflash: Chang donachalarining shakli, apertura soni, joylashuvi va ekzin skulpturasi Erdtman (1952) NPC (Number–Position–Character) klassifikatsiya tizimi asosida baholandi.

Olingan natijalar: Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasiga qarashli Genetika va o‘simliklarni eksperimental biologiya instituti "Texnik o‘simliklarning populyatsion genetikasi" laboratoriyasida davlat budjeti doirasida "Texnik ekinlarda morfo-xo‘jalik belgilari ko‘rsatkichlari bo‘yicha populyatsiya tarkibining genetik asoslarini tadqiq etish" mavzusidagi kannabis o‘simligi misolida tadqiqotlar olib borilmoqda.



A B

2-rasm. «Han Ne» navining A- hayotchang va B-nohayotchang chang donachalari

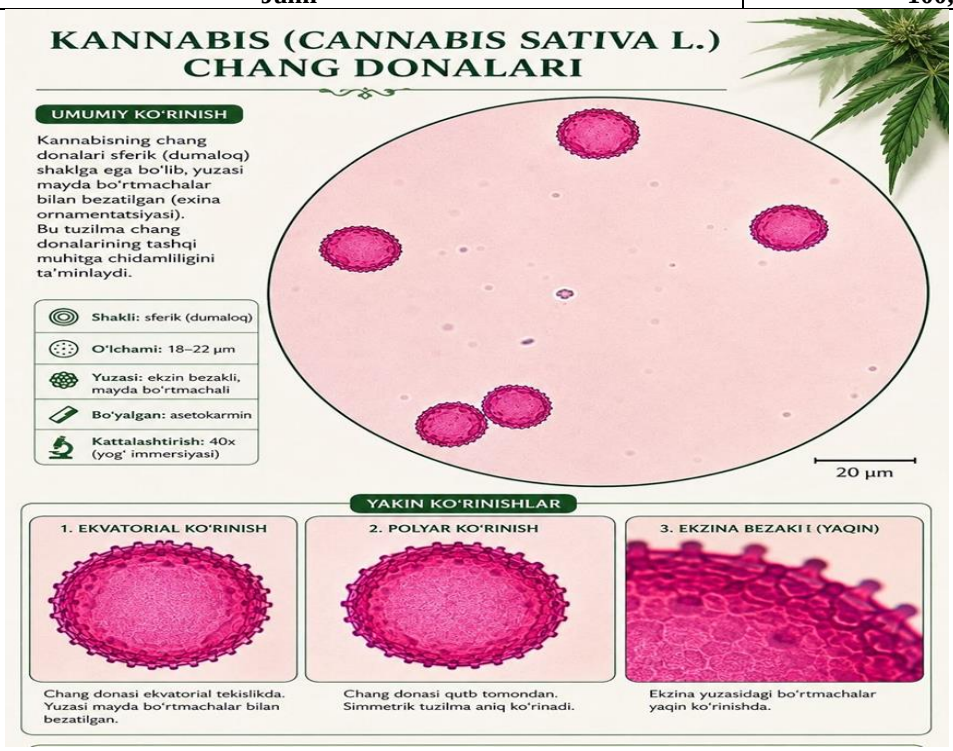
Dala tajribalari Navoiy viloyati Qiziltepa tumanidagi sanoat kannabisini yetishtirish va qayta ishlash agrosanoat klasterida amalga oshirildi. O‘simliklarining gullash davrida o‘simlikladagi chang donachalarining hayotchangligi o‘rganildi. (2-3 rasmga qarang).

Chang donachalarining hayotchanlik ya’ni fertillik ko‘rsatkichi tahlil natijalariga ko‘ra, «Han Ne» navida chang donachalarining 87,1% fertile (changlantirish qobiliyatiga ega), 12,9% esa steril (nohayotchang ya’ni changlantirish qobiliyatiga ega emas) holatda ekanligi aniqlandi (2-jadval)

2-jadval.

Kannabis «Han Ne» navi chang donachalarining acetokarmin usulida aniqlangan fertillik ko‘rsatkichi

Ko‘rsatkich	Foiz (%)
Fertil (bo‘yalgan) donachalar	87,1
Steril (abortiv) donachalar	12,9
Jami	**100,0**



3-rasm Kannabisning chang donalari «Han Ne» navi misolida

Palinologik tadqiqotlarda chang donachalarining morfologik tipini aniqlash uchun an’anaviy ravishda Erdtman (1952) tomonidan ishlab chiqilgan NPC (Number–Position–Character) klassifikatsiya tizimi qo‘llaniladi. Tadqiqot natijasida olingan mikrofotosuratlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, «Han Ne» navining fertil chang donachalari izopolyar simmetriyaga, sferoidal-

subsferoidal shaklga va uchta oddiy teshikcha (triporat, N3P4C5 tipi) apertura tuzilishiga ega, ya'ni triporat bu chang donachasida uchta oddiy teshikcha (pora) borligini bildiradi. "Tri" uch, "porat" teshikchali degani. Bu teshikchalar orqali chang o'sish naychasi (pollen tube) chiqib, urug'lanish jarayonida qatnashadi. N3P4C5 - bu Erdtman klassifikatsiya tizimidagi maxsus kod bo'lib, uch harf-raqamdan iborat. N3P4C5 kodi shuni bildiradiki - bu chang donachasida uchta oddiy teshikcha bor, ular donachaning o'rtasiga yaqin joyda tartibsizroq joylashgan. Bu palinologlar o'rtasida qabul qilingan xalqaro "yorliq" bo'lib, har xil o'simliklarning chang tuzilishini bir xil tizim asosida solishtirish uchun ishlatiladi. Yuqorida keltirilgan morfologik belgilar majmuasi kannabisni anemofil o'simliklar guruhining tipik vakili sifatida belgilashga imkon beradi va bu olingan yuqori fertillik ko'rsatkichi (87,1%) bilan mos keladi.

Gul va chang tuzilishining amaliy-ilmiy ahamiyati

1. Jinsni erta aniqlash: gul tuzilishidagi morfologik farqlar erkak va urg'ochi o'simliklarni vegetatsiyaning erta bosqichida ajratishga yordam beradi.

2. Genetika - seleksiya va duragaylashda: anthera va stigma tuzilishini bilish nazoratli changlanish va duragay urug' olish jarayonlarini rejalashtirishga imkon beradi.

3. Palinologik va arxeobotanik tadqiqotlar: chang donachalarining o'ziga xos morfologiyasi arxeologik namunalarda kannabis izlarini aniqlashda foydalaniladi.

4. Taksonomik chegaralash: gul va chang belgilari *Cannabis* va *Humulus* avlodlari o'rtasidagi filogenetik yaqinlikni tushunishga xizmat qiladi.

Xulosa. Kannabisning dioik ya'ni gulinig ikki uyli tuzilishi, o'ziga xos erkak va urg'ochi gul morfologiyasi, gullash oldi va gullash fazalarining fenologik xususiyatlari hamda chang donachalarining kichik o'lchamli, tripor va silliq ekzinli tuzilishi - bu o'simlikning anemofil changlanish strategiyasiga moslashuvining natijasidir. «Han Ne» navida aniqlangan yuqori fertillik ko'rsatkichi (87,1%) va Erdtman tizimi bo'yicha standart triporat-psilat morfotipga mosligi ushbu navning genetik- seleksion dasturlarida ota-forma sifatida foydalanish uchun istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Small, E. (2015). Evolution and classification of Cannabis sativa (marijuana, hemp) in relation to human utilization. Botanical Review, 81(3), 189–294.

2. Small, E., & Cronquist, A. (1976). A practical and natural taxonomy for Cannabis. Taxon, 25(4), 405–435.

3. Moliterni, V. M. C., et al. (2004). The sexual differentiation of Cannabis sativa L.: A morphological and molecular study. Euphytica, 140(1–2), 95–106.

4. Cervantes, J. (2006). Marijuana Horticulture: The Indoor/Outdoor Medical Grower's Bible.

5. Green, G. The Cannabis Grow Bible: The Definitive Guide to Growing Marijuana for Recreational and Medical Use.

6. Mandolino, G., & Carboni, A. (2004). Potential of marker-assisted selection in hemp genetic improvement. Euphytica, 140(1–2), 107–120.

7. Punt, W., et al. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. Review of Palaeobotany and Palynology, 143(1–2), 1–81.

8. Erdtman, G. (1952). Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm.

UO'K 633.63:581.1

CHEKLANGAN NAMLIK SHAROITIDA KUNGABOQAR NAVLARI BARGLARIDA PIGMENTLAR MIQDORI

U.T.Norboyeva, prof., Buxoro Davlat Universiteti, Buxoro
G.Yo.Rahimova, PhD, mustaqil izlanuvchi, Buxoro Davlat Universiteti, Buxoro

Annotatsiya. *Maqolada har xil tuproq namligi sharoitida kungaboqar navlari barglaridagi umumiy pigmentlar miqdorining rivojlanish fazalari va nav xususiyatlariga bog'liq o'zgarishi tahlil qilindi. Tadqiqotda Dilbar, Diyor, Jahongir, Sur, VNIIMK-888, Navro'z va Alomat navlari o'rganildi. Umumiy pigmentlar miqdori shonalash, gullash va pishish fazalarida baholandi. Natijalarga ko'ra, barcha navlar bo'yicha eng yuqori o'rtacha ko'rsatkich gullash fazasida 27,54 mg/ml, eng past ko'rsatkich shonalash fazasida 23,81 mg/ml bo'lgan. 70% TNS sharoitida pigmentlar miqdori 50% TNS ga nisbatan yuqori qayd etilgan. Navlar orasida Diyor navi 29,60*

mg/ml bilan eng yuqori, Sur navi esa 21,35 mg/ml bilan eng past umumiy o'rtacha ko'rsatkichni namoyon qilgan.

Kalit so'zlar: *kungaboqar, umumiy pigmentlar, xlorofill a, xlorofill b, karotinoidlar, tuproq namligi, shonalash, gullash, pishish, fotosintez.*

Аннотация. *В статье проанализировано изменение общего содержания пигментов в списках сортов подсолнечника в зависимости от влажности почвы, сортовых особенностей и фаз развития. В исследовании изучены сорта Дильбар, Диёр, Джахонгир, Сур, ВНИИМК-888, Навруз и Аломат. Общее содержание пигментов определено в фазах бутонизации, цвета и возникновения. По полученным данным, среднее содержание общих пигментов по всем сортам составило 23,81 мг/мл в фазе бутонизации, 27,54 мг/мл в фазе цвета и 26,41 мг/мл в фазе возникновения. При 70% ТНС содержание пигментов было выше, чем при 50% ТНС. Самый высокий средний показатель отмечен у сорта Диёр - 29,60 мг/мл, а самый низкий у сорта Сур - 21,35 мг/мл.*

Ключевые слова: *подсолнечник, общие пигменты, хлорофилл а, хлорофилл б, каротиноиды, влажность почвы, бутонизация, цветение, созревание, фотосинтез.*

Abstract. *The article analyzes changes in the total pigment content of sunflower leaves depending on soil moisture, varietal characteristics, and developmental stages. The study included the Dilbar, Diyor, Jahongir, Sur, VNIIMK-888, Navruz, and Alomat varieties. Total pigments were evaluated at the budding, flowering, and ripening stages. The results showed that the average total pigment content across all varieties was 23.81 mg/ml at budding, 27.54 mg/ml at flowering, and 26.41 mg/ml at ripening. The 70% soil moisture treatment resulted in higher pigment content than the 50% treatment. Among the varieties, Diyor had the highest overall mean value of 29.60 mg/ml, whereas Sur had the lowest value of 21.35 mg/ml.*

Keywords: *sunflower, total pigments, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, soil moisture, budding, flowering, ripening, photosynthesis.*

Kirish. Kungaboqar (*Helianthus annuus* L.) jahon miqyosidagi muhim moyli ekinlardan biri bo'lib, ishlab chiqarish hajmi bo'yicha palma moyi, soya moyi va raps moyidan keyin to'rtinchi o'rinni egallaydi [1,2].Kungaboqar asosiy ekinlardan biri bo'lib, uning hosildorligi va biologik mahsuldorligi o'simlikning fiziologik holati hamda tashqi muhit omillariga bog'liq. Barglarda kechadigan fotosintez jarayoni o'simlikning organik moddalar hosil qilishi va energiya almashinuvida asosiy jarayonlardan biri hisoblanadi. Shu sababli barglardagi fotosintetik pigmentlar miqdorini aniqlash kungaboqar navlarining fiziologik imkoniyatlarini baholashda muhim ko'rsatkichlardan biridir.

Taqchil sug'orish suvni tejovchi samarali sug'orish usuli bo'lib, uning asosiy mohiyati ekin rivojlanishining muayyan bosqichida sun'iy ravishda ma'lum darajada suv tanqisligini yuzaga keltirish orqali fotosintez mahsulotlarining turli to'qima va organlar o'rtasida qayta taqsimlanishiga ta'sir ko'rsatishdan iborat. Ushbu usul iqtisodiy hosildorlikni saqlab qolish yoki oshirish bilan bir vaqtda vegetativ organlarning ortiqcha o'sishini minimallashtirishga qaratilgan. Natijada qishloq xo'jaligida suvni tejash, hosildorlik barqarorligini ta'minlash, mahsulot sifatini yaxshilash va barqaror rivojlanishga erishish mumkin [3,4,5,6].

Taqchil sug'orishni amalga oshirishdagi asosiy masala ekin o'sishining suv stressiga javob reaksiyasini miqdoriy jihatdan baholashdan iborat. Kungaboqar yaxshi rivojlangan ildiz tizimi orqali suv stressi sharoitida tuproqning chuqur qatlamlaridan suvni o'zlashtira olishi tufayli boshqa ekinlarga nisbatan qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil sharoitlarga juda yaxshi moslashgan.

Biroq kuchli suv tanqisligi kungaboqarning vegetativ o'sishini, ayniqsa, yer ustki qismlarining rivojlanishini sezilarli darajada cheklaydi. O'z navbatida, yer ustki biomassasining kamayishi fotosintez mahsulotlarining yetarli darajada hosil bo'lmasligiga olib kelishi mumkin[7,8,9,10].

Reproduktiv rivojlanishning dastlabki bosqichlaridagi suv tanqisligi kungaboqar savatchasida assimilyatlarning to'planishini oshirishi va har bir savatchadagi urug'lar sonining kamayishini urug'lar yirikligining ortishi hisobiga qoplashi, natijada hosildorlik barqarorlashishi aniqlangan. Kungaboqar ekilishidan oldin sug'orish me'yorini maqbul darajada kamaytirish keyingi rivojlanish

bosqichlarida biomassaning to‘planishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini, g‘unchalash va gullash bosqichlari oralig‘idagi suv tanqisligi esa iqtisodiy hosildorlikni sezilarli darajada pasaytirishi qayd etilgan [11].

Umumiy pigmentlar miqdori tarkibida xlorofill a, xlorofill b va karotinoidlar yig‘indisi aks etadi. Ushbu pigmentlar miqdorining o‘zgarishi barglarning fotosintetik faolligi, rivojlanish bosqichi va tashqi muhit ta’siriga javob reaksiyasi bilan bog‘liq. Ayniqsa, tuproqdagi namlik miqdori o‘simlikning suv bilan ta’minlanishi, fotosintetik apparatning faoliyati va pigmentlarning saqlanishiga ta’sir etuvchi muhim omillardan biridir.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi ikki xil tuproq namligi sharoitlarida kungaboqar navlarining fotosintetik pigmentlarni to‘plash va saqlash xususiyatlarini aniqlash bilan belgilanadi. Tadqiqotda olingan natijalar navlarning namlik sharoitlariga fiziologik moslashuvini baholash hamda nisbatan qulay namlik rejimini aniqlash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqotning maqsadi turli tuproq namligi sharoitida kungaboqar navlari barglaridagi umumiy pigmentlar miqdorining rivojlanish fazalari va nav xususiyatlariga bog‘liq o‘zgarishini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot ob’ekti va usullari. Tadqiqot ob’ekti sifatida kungaboqarning Dilbar, Diyor, Jahongir, Sur, VNIIMK-888, Navro‘z va Alomat navlari olindi. Tajriba davomida ikki xil (TNS ga nisbatan 70 foiz (mo‘tadil) va 50 foiz (cheklangan) tuproq namligi sharoitlarida o‘simlik barglaridagi xlorofill pigmentlari miqdori rivojlanishning shonalash, gullash va pishish fazalarida baholandi. Umumiy pigmentlar tarkibida xlorofill a, xlorofill b va karotinoidlar yig‘indisi hisobga olindi. Olingan ma’lumotlar navlar, namlik variantlari va rivojlanish fazalari bo‘yicha taqqoslandi hamda ular o‘rtasidagi bog‘liqlik korrelyatsion tahlil asosida baholandi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Barcha navlar va variantlar bo‘yicha o‘rtacha hisobda umumiy pigmentlar miqdori shonalash fazasida 23,81 mg/ml, gullash fazasida 27,54 mg/ml, pishish fazasida esa 26,41 mg/mlni tashkil etdi. Eng yuqori ko‘rsatkich gullash fazasida, eng past ko‘rsatkich shonalash fazasida qayd etildi. Pishish fazasida pigmentlar miqdorining gullashga nisbatan biroz kamayishi barg to‘qimalarida fiziologik qarish jarayonlarining boshlanishi va pigmentlar parchalanishining kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Tuproq namligi variantlari kesimida 70% TNS sharoitida umumiy pigmentlar miqdori 50% TNS ga nisbatan yuqori bo‘ldi. Barcha navlar va fazalar bo‘yicha 70% namlikda o‘rtacha 26,30 mg/ml, 50% namlikda esa 25,54 mg/ml qayd etildi. 50% gacha namlik pasayganda umumiy pigmentlar miqdorining kamayishi kuzatildi. Tuproq namligi bilan umumiy pigmentlar miqdori o‘rtasidagi korrelyatsiya r=0,12 bo‘lib, kuchsiz ijobiy yo‘nalishni ko‘rsatdi. Diyor navida 70% namlikda shonalash, gullash va pishish fazalarida mos ravishda 26,9; 31,8 va 30,8 mg/ml, 50% namlikda esa 26,4; 31,5 va 30,2 mg/ml qayd etildi. Navning umumiy o‘rtacha ko‘rsatkichi 29,60 mg/ml bo‘ldi. Dilbar navining umumiy o‘rtacha ko‘rsatkichi 28,52 mg/ml, Alomat navida 27,40 mg/ml, VNIIMK-888 navida 26,12 mg/ml, Jahongir navida 24,93 mg/ml, Navro‘z navida 23,53 mg/ml va Sur navida 21,35 mg/ml ni tashkil etdi.

Navlar bo‘yicha umumiy pigmentlar miqdori Diyor, Dilbar, Alomat, VNIIMK-888, Jahongir, Navro‘z va Sur tartibida joylashdi. Fazalar bilan bog‘liqlik Navro‘z navida r=0,78, Diyor navida r=0,73, Sur navida r=0,72, Jahongir navida r=0,65, Dilbar navida r=0,61, VNIIMK-888 navida r=0,57 va Alomat navida r=0,44 darajasida bo‘ldi. Bu ko‘rsatkichlar pigmentlar miqdorining rivojlanish fazalari bo‘yicha o‘zgarishi navlarga xos ekanini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari kungaboqar navlari barglaridagi umumiy pigmentlar miqdori tuproq namligi, navning biologik xususiyati va o‘simlikning rivojlanish fazalariga bog‘liq ravishda o‘zgarishini ko‘rsatdi. Barcha navlar va variantlar bo‘yicha umumiy pigmentlarning eng yuqori o‘rtacha miqdori gullash fazasida 27,54 mg/ml, eng past miqdori esa shonalash fazasida 23,81 mg/mlni tashkil etdi. Pishish fazasida pigmentlar miqdori 26,41 mg/ml bo‘lib, gullashga nisbatan biroz kamayishi kuzatildi.

Tuproq namligi variantlari bo‘yicha tahlil qilinganda 70% TNS sharoitida xlorofill “a” miqdori 50% TNSga nisbatan yuqoriroq bo‘lgan. 70% namlikda umumiy o‘rtacha ko‘rsatkich 15,12 mg/mlni, 50% namlikda esa 14,60 mg/mlni tashkil etdi. Bu natija tuproqda namlik yetarli bo‘lganda barglarda

xlorofill sintezi va saqlanishi yaxshiroq kechishini ko‘rsatadi. Namlik 50% gacha kamayganda barcha navlarda xlorofill “a” miqdori pasaygan. Bu suv tanqisligi sharoitida fotosintetik pigmentlar miqdori kamayishi bilan izohlanadi. Tuproq namligi bilan xlorofill “a” miqdori o‘rtasida umumiy kuchsiz ijobiy korrelyatsiya aniqlandi, r=0,13. Bu namlik ortishi xlorofill miqdorini oshirishini, lekin asosiy farq nav xususiyati va fazalar hisobiga shakllanishini bildiradi. Shonalash fazasida 70% namlikda o‘rtacha 13,41 mg/ml, 50% namlikda 12,80 mg/ml qayd etildi. Gullash fazasida bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 16,60 va 16,14 mg/ml bo‘ldi. Pishish fazasida esa 70% namlikda 15,36 mg/ml, 50% namlikda 14,87 mg/ml tashkil etdi.

Tuproq namligi variantlari bo‘yicha tahlil qilinganda 70% TNS sharoitida xlorofill “b” miqdori 50% TNS sharoitiga nisbatan yuqori bo‘lgan. Barcha navlar va fazalar bo‘yicha 70% namlikda o‘rtacha ko‘rsatkich 6,00 mg/ml ni, 50% namlikda esa 5,53 mg/ml ni tashkil etdi. Bu natija tuproqda namlik yetarli bo‘lganda xlorofill “b” pigmentining sintezi va saqlanishi yaxshiroq kechishini ko‘rsatadi.

Namlik 50% gacha kamayganda deyarli barcha navlarda pigment miqdori pasaygan. Bu suv tanqisligi sharoitida fotosintetik pigmentlar biosintezi susayishi yoki ularning parchalanish jarayoni kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Tuproq namligi bilan xlorofill “b” miqdori o‘rtasida umumiy kuchsiz ijobiy korrelyatsiya mavjud bo‘lib, r=0,18 atrofida ifodalanadi.

Barcha navlar va variantlar bo‘yicha o‘rtacha hisobda shonalash fazasida karotinoidlar miqdori 5,35 mg/ml, gullash fazasida 4,90 mg/ml, pishish fazasida esa 5,50 mg/mlni tashkil etdi. Demak, eng past ko‘rsatkich gullash fazasida, eng yuqori ko‘rsatkich esa pishish fazasida qayd etildi. Bu pishish davrida barg to‘qimalarida fiziologik qarish, pigmentlar nisbatining o‘zgarishi va himoyaviy karotinoidlar ulushining ortishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Fiziologik jihatdan bu suv tanqisligi sharoitida barglarda himoyaviy pigmentlar faollashishi bilan bog‘liq. Chunki, karotinoidlar xlorofilllarni fotooksidlanishdan himoya qiladi, stress sharoitida erkin radikallar ta’sirini kamaytiradi va fotosintetik apparat barqarorligini saqlashga xizmat qiladi. Shu sababli tuproq namligi bilan karotinoidlar miqdori o‘rtasida kuchsiz manfiy korrelyatsiya kuzatiladi, r=-0,18 atrofida. Bu namlik kamayganda karotinoidlar ortishini, biroq asosiy farq nav xususiyati va fazalar hisobiga shakllanishini bildiradi. Shonalash fazasida 70% namlikda o‘rtacha 5,13 mg/ml, 50% namlikda 5,53 mg/ml qayd etildi. Gullash fazasida bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 4,77 va 5,13 mg/mlni tashkil etdi. Pishish fazasida esa 70% namlikda 5,40 mg/ml, 50% namlikda 5,63 mg/ml bo‘ldi.

Xulosa. Tuproq namligi bo‘yicha 70% TNS sharoiti 50% TNS ga nisbatan umumiy pigmentlar to‘planishi uchun qulayroq bo‘ldi. Barcha navlar va rivojlanish fazalari bo‘yicha 70% namlikda o‘rtacha 26,30 mg/ml, 50% namlikda esa 25,54 mg/ml pigment qayd etildi. Namlik bilan umumiy pigmentlar miqdori o‘rtasidagi korrelyatsiya kuchsiz ijobiy bo‘lib, r=0,12 ni tashkil etdi. Navlar bo‘yicha Diyor navi 29,60 mg/ml bilan eng yuqori umumiy o‘rtacha ko‘rsatkichga ega bo‘ldi. Keyingi o‘rinlarni Dilbar (28,52 mg/ml), Alomat (27,40 mg/ml), VNIIMK-888 (26,12 mg/ml), Jahongir (24,93 mg/ml), Navro‘z (23,53 mg/ml) va Sur (21,35 mg/ml) navlari egalladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1.Rauf, S., Jamil, N., Tariq, S. A., Khan, M., Kausar, M., and Kaya, Y. (2017). Progress in modification of sunflower oil to expand its industrial value. *J. Sci. Food Agric.* 97 (7), 1997-2006. doi: 10.1002/jsfa.8214

2.Mahmood, H. N., Towfiq, S. I., and Rashid, K. A. (2019). The sensitivity of different growth stages of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 17 (4), 7605-7623. doi: 10.15666/aeer/1704_76057623

3.El-Bially, M., Saudy, H., El-Metwally, I., and Shahin, M. (2018). Efficacy of ascorbic acid as a cofactor for alleviating water deficit impacts and enhancing sunflower yield and irrigation water-use efficiency. Agric. Water Manage. 208, 132-139. doi: 10.1016/ j.agwat.2018.06.016

4.Liu, X. G., Li, F. S., Zhang, Y., and Yang, Q. L. (2016). Effects of deficit irrigation on yield and nutritional quality of Arabica coffee (Coffea arabica) under different N rates in dry and hot region of southwest China. *Agric. Water Manage.* 172, 1-8. doi: 10.1016/ j.agwat.2016.04.007

5.Chand, J. B., Hewa, G., Hassanli, A., and Myers, B. (2021). Deficit irrigation on tomato production in a greenhouse environment: A review. J. Irrig. Drainage Eng- ASCE 147 (2), 10. doi: 10.1061/(asce)ir.1943-4774.0001529

6.Dingre, S. K., and Gorantiwar, S. D. (2021). Soil moisture based deficit irrigation management for sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in semiarid environment. Agric. Water Manage. 245, 14. doi: 10.1016/j.agwat.2020.106549

7.Salem, E. M. M., Kenawey, M. K. M., Saudy, H. S., and Mubarak, M. (2022). Influence of silicon forms on nutrients accumulation and grain yield of wheat under water deficit conditions. *Gesunde Pflanz.* 74 (3), 539-548. doi: 10.1007/s10343-020- 00535-1

8.Ramadan, K. M. A., El-Beltagi, H. S., Abd El-Mageed, T. A., Saudy, H. S., Al-Otaibi, H. H., and Mahmoud, M. A. A. (2023). The changes in various physio-biochemical parameters and yield traits of faba bean due to humic acid plus 6-benzylaminopurine application under deficit irrigation. *Agronomy-Basel* 13 (5), 16. doi: 10.3390/ agronomy13051227

9.Connor, D., Jones, T. R., and Palta, J. (1985). Response of sunflower to strategies of irrigation I. Growth, yield and the efficiency of water-use. Field Crops Res. 10, 15-36. doi: 10.1016/0378-4290(85)90003-6

10El-Bially, M. E., Saudy, H. S., El-Metwally, I. M., and Shahin, M. G. (2022). Sunflower response to application of L-ascorbate under thermal stress associated with different sowing dates. Gesunde Pflanz. 74 (1), 87-96. doi: 10.1007/s10343-021- 00590-2

11.Xu, Z., Shi, H. B., Li, X. Y., Zheng, Q., Ni, D., and Liu, M. H. (2017). Dynamic of biomass, yield and their components of sunflowers under different Irigation modes. *J. Irrigation Drainage* 36 (03), 20-25. doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2017.03.004

UO'K 633.511:575:631.67:519.23

LABORATORIYA SHAROITIDA TURFA XIL NaCl KONSENTRATSIYALARI TA'SIRIDA MAHALLIY G'O'ZA NAVLARINI UNUVCHANLIK DINAMIKASI

I.S.Normamatov, PhD, katta ilmiy xodim, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

A.X.Makamov, PhD, laboratoriya mudiri, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

N.N.Xusenov, PhD, bo'lim mudiri, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

J.K.Norbekov, PhD, bo'lim mudiri, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

U.A.Boyqobilov, kichik ilmiy xodim, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

Sh.I.Mamanazarov, katta ilmiy xodim, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

M.M.Xolmurodova, kichik ilmiy xodim, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

R.I.Muhammadaliyev, tayanch doktorant, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

E.J.Maxmarajabov, mutaxassis, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

Annotatsiya*. Sho'rlangan tuproqlarda tuz ionlarining tobora ortib borishi natijasida hosildorlikka salbiy ta'sir ko'rsatib kelmoqda. Shunga qaramay, o'rta tolali g'o'za navlari qishloq xo'jaligi maydonlarining katta qismida yetishtiriladigan asosiy tolali ekin hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi laboratoriya muhitida mahalliy g'o'za namunalarining sho'rlanishga chidamliligini aniqlash maqsadida NaClning 100 mM, 150 mM va 200 mM konsentratsiyali hamda optimal sharoitlarda urug'larning unib chiqish tezligi hamda unuvchanlik foiz ko'rsatkichlari baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, chigit urug'ining unib chiqish tezligi maksimal sho'rlanish darajasida (200 mM NaCl), unib chiqish ko'rsatkichi Baraka navida 60%, Buxoro-102 navida 58% va Gulbahor-2 navida 55% ni tashkil etadi, bu esa qolgan g'o'za navlariga qaraganda nisbatan mazkur belgi bo'yicha chidamlilikni bildiradi.*

Kalit so'zlar: *Tuz stressi, unuvchanlik, ion, chidamli genotip, g'o'za.*

Аннотация. *Повышение концентрации солевых ионов в засоленных почвах оказывает негативное влияние на урожайность культур. Несмотря на это, сорта средневолокнистого хлопчатника остаются основной волокнистой культурой, возделываемой на большей части сельскохозяйственных угодий. Основная цель данного исследования заключалась в оценке скорости и процента всхожести семян местных образцов хлопчатника в лабораторных условиях при оптимальных режимах, а также при концентрациях (NaCl) в (100) мМ, (150) мМ и (200) мМ для определения их солеустойчивости. Результаты показали, что при максимальном уровне засоления ((200) мМ (NaCl)) показатель всхожести семян хлопчатника составил (60%) у сорта «Барака», (58%) -у сорта «Бухоро-102» и (55%) -у сорта «Гулбахор-2», что свидетельствует об их относительно более высокой устойчивости по данному признаку по сравнению с остальными генотипами.*

Ключевые слова: *солевой стресс, всхожесть, ион, устойчивый генотип, хлопчатник.*

Abstract. *In saline soils, the increasing c oncentration of salt ions has a negative impact on plant productivity. Despite this, upland cotton varieties are the main fiber crop grown in most agricultural areas. The main objective of this study was to determine the tolerant of local cotton genotypes to salinity stress in a laboratory condition. To evaluate the germination rate of cotton seeds under optimal with 100 mM, 150 mM and 200 mM of NaCl concentrations. The results showed that the germination rate of cotton seeds at the maximum salinity level (200 mM NaCl) is 60% in the Baraka, 58% in the Bukhara-102, and 55% in the Gulbahor-2 variety, which indicates a relatively high resistance to this traits compared to other cotton genotypes.*

Key words: *Salt stress, Germination rate, ion, tolerant genotype, cotton.*

Kirish. So'nggi o'n yillikda abiotik va biotik stress omillari dunyoning ko'plab mamlakatlariga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatdi hamda jiddiy iqtisodiy muammolarga sabab bo'lmoqda. Osiyo qit'asida ham asosiy abiotik omillardan tuproq sho'rlanishi ham yildan-yilga tez sur'atlar bilan kengayib bormoqda. 2021-yilda BMTning Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkilotining Global Tuproq Hamkorligi (Global Soil Partnership-GSP) butun dunyo bo'ylab tuproq sho'rlanishining global (Global map of Soil Salinity - GSSmap) xaritasini ishlab chiqdi [10]. Ushbu tadqiqotda 350 dan ortiq yuqori malakali mutaxassislar jalb qilinib, tuz stressidan ta'sirlangan hududlarni aniqlashning zamonaviy usullari va raqamli tuproq xaritalarini yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. Statistik tahlillarga ko'ra, dunyo bo'ylab umumiy yer maydonlarining 20% hamda sug'oriladigan maydonlarining 33 foizi sho'rlangan bo'lib, bu maydon har yili 10 foizga oshib bormoqda. Ba'zi mamlakatlarda sug'orish tizimlaridan noto'g'ri foydalanish va tegishli drenaj tizimlarining yo'qligi sho'rlanishning asosiy sabablari hisoblanadi[4]. Sho'rlangan tuproq muhitlarida o'simliklarning yaxshi o'sib rivojlanishi uchun ularning hujayralarda tabiiy ravishda mavjud bo'lgan ionlar muvozanatini, osmotik bosimni va to'qimalarda suv miqdorini saqlab turish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak [5]. O'simliklar odatda sho'r muhitga moslashishga harakat qiladi va bunday mexanizmlarni ishlab chiqadi. Bu asosan zararli ionlarni tartibga solish jarayonini o'z ichiga oladi [6]. Tuproq sho'rlanishi o'simliklarning o'sishi va rivojlanishiga salbiy ta'sir qiladi. Bu ta'sirlar odatda Na+ toksikligi bilan bog'liq bo'lib, u yuqori ion konsentratsiyalarga yetib borishi mumkin, bu esa K+ gomeostazini buzadi natijada, fermentlarning katta guruhiga salbiy ta'sir qiladi. NaCl, Na_2SO_4 va Na_2CO_3 kabi natriy tuzlari qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil mintaqa tuproqlarida eng ko'p uchraydigan tuzlardir [7]. Bugungi kunda g'o'za ekiladigan dalalarda sho'rlanish va ishqoriylik darajasi yildan-yilga ortib bormoqda[9]. O'rta tolali *G. hirsutum* g'o'za turiga mansub navlar yuqori hosildorligi va moslashuvchanligi tufayli 80 dan ortiq mamlakatlarda keng dala maydonlarida ekilmoqda[1]. Avvalgi ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, tuproq sho'rlanishi g'o'za urug'ining unib chiqish davrida hamda unib chiqqandan keyingi nihollik vegetativ rivojlanish bosqichlarida salbiy ta'sir ko'rsatadi, bu davrda yosh ko'chatlar boshqa o'sish davrlariga qaraganda sho'rlanish stressiga ko'proq moyil bo'ladi[3]. Sakib va uning jamoasi tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalariga ko'ra, agar tuproqning sho'rlanish darajasi 15-20 dS/m−1 (10 mM NaCl konsentratsiyasi 1,0 dS/m−1) bo'lsa, tuz stressi sharoitida yosh g'o'za ko'chatlarining rivojlanishi optimal sharoitlardagi o'simliklarga nisbatan 4-5 kunga kechiktiriladi [8]. Umuman olganda, sho'rlanish stressi g'o'zaning barcha vegetativ va generativ rivojlanish bosqichlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi [2].

Ushbu tadqiqotda mahalliy g'o'za navlarini turli xil NaCl konsentratsiyalari ostida urug'larning unuvchanlik dinamikasi hamda unuvchanlik foiz ko'rsatkichlari baholanib, tuz stressi muhitiga mazkur belgilar bo'yicha chidamli g'o'za namunalari aniqlandi.

Material va metodlar

O'simlik namunalari: Ushbu tadqiqotda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Genomika va bioinformatika markazining g'o'za gerplazmasida mavjud bo'lgan 10 ta (Afsona, Baraka, Buxoro-102, Buxoro-6, C-4727, Gulbahor-2, Ishonch, Kelajak, Ko'paysin, Namangan-102) mahalliy g'o'za navlaridan foydalanildi.

Tadqiqot o'tkazilgan muhit: Ushbu tadqiqot laboratoriya modelida o'tkazilib, bunda 0 mM (nazorat), 50 mM, 100 mM, 150 mM va 200 mM NaCl konsentratsiyalari ta'sirida g'o'za namunalarning urug unib chiqish tezligi hamda unuvchanlik ko'rsatkichlari baholandi. G'o'za

urug'lari dastlab sterilizatsiya qilingan qum-tuproq aralashmasida (tuproq:qum nisbati 60:40) plastik idishlarga uchta takrorda tasodifiy dizayn ostida ekilgan. Tajriba nazorat ostidagi fitotron sharoitida, 14 soatlik yorug'lik davri (30±5 °C) va 10 soatlik qorong'ulik davri (25±5 °C) bilan o'tkazildi. Tajribaning umumiy davomiyligi 35 kunni tashkil etdi.

Statistik tahlil: Tadqiqot davomida to'plangan barcha ma'lumotlar dastlab Microsoft Office Excel dasturida tahlil qilindi. Keyingi statistik tahlillar va grafik tasvirlar OriginPro 2024 va GraphPad-8 dasturlarida amalga oshirildi. Statistik jihatdan ahamiyatli farqlarni aniqlash uchun dispersiya tahlili (ANOVA) qo'llanildi va o'rtacha taqqoslashlar Tukey testi tahlili ($p < 0,05$) o'tkazildi.

Natijalar

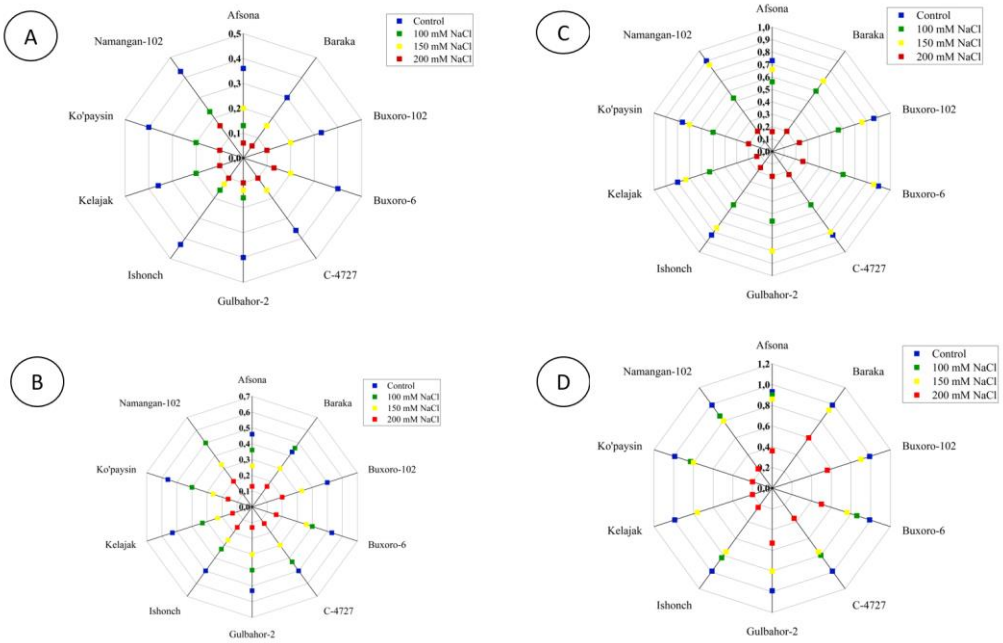
Urug' unuvchaligiga sho'rlanish stressini ta'siri: Ushbu tajribada tanlangan g'o'za namunalari urug'lari turli NaCl konsentratsiyalarida unib chiqish tezligi hamda foiz ko'rsatkichlari aniqlandi (1-jadval). Urug'ning unib chiqishi qiymati 0 dan 1 (0-100 foizgacha) gacha etib belgilab olindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, barcha g'o'za navlarida urug'ning unib chiqish foizi vaqt o'tishi bilan (kunlarda) oshsa-da, NaCl konsentratsiyasining ortishi unib chiqish ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatdi. Nazorat sharoitlari bilan taqqoslaganda, barcha NaCl konsentratsiyasida tuz stressi ostida urug'ning unib chiqishining statistik jihatdan sezilarli darajada pasayishi kuzatildi. Bundan tashqari, unib chiqqan urug'lar soni ekishdan keyingi 4-kun, 6-kun, 8-kun hamda 10-kunlarda qayd etildi. Nazorat muhitida 4-kun urug'larning o'rtacha unib chiqish darajasi barcha g'o'za genotiplari bo'yicha 0,38 foizni tashkil etdi. Biroq, 100 mM, 150 mM va 200 mM NaCl konsentratsiyalarida NaCl keltirib chiqargan sho'rlanish stressi ostida bu parametr mos ravishda 0,18, 0,15 va 0,10 foizgacha pasaydi. Urug'larning unib chiqish tezligi 6-kuni o'lchandi, nazorat varianti 0,50 foiz qiymatlar qayd etildi. NaCl konsentratsiyasining oshishi bilan urug'larning unib chiqish tezligi 0,39, 0,29 va 0,16 foiz qiymatlarini ko'rsatdi. 8-kuni yuqori sho'rlanishning salbiy ta'siri yanada kuchaydi, 200 mM NaCl bilan ishlov berilganda unib chiqish ko'rsatkichi 0,20 foizni tashkil etgan bo'lsa, nazorat va 100 mM NaCl muhitlarda nisbatan yuqori unib chiqish qiymatlari saqlanib qoldi (mos ravishda 0,81 va 0,76). 10-kunga kelib, nazorat sharoitida deyarli maksimal unib chiqish (0,98 foiz) qayd etildi, 100 mM va 150 mM stressli muhitlarda esa yuqori unib chiqish darajasi kuzatildi (mos ravishda 0,85 foiz va 0,81 foiz), bu o'rtacha sho'rlanish stressiga ma'lum darajada bardoshlik ko'rsatkichini ko'rsatadi. Biroq, 200 mM NaCl stressi ostida urug unib chiqishi sezilarli darajada cheklangan bo'lib, o'rtacha qiymat 0,38 foizni tashkil etdi. Umuman olganda, natijalar shuni ko'rsatdiki, yuqori NaCl konsentratsiyasi urug'ning unib chiqishini sezilarli darajada kamaytirdi.

1-Jadval

NaCl ning turli xil konsentratsiyalari muhitida tadqiqot urug'larini unuvchanlik ko'rsatkichlari

Vaqt (Kun hisobiga)	Muhit	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	CV%	Min.	Max.
4-kun	Control	0,38	0,04	-0,44	-0,51	0,11	0,3	0,4
	100 mM NaCl	0,18	0,03	0,00	-0,72	0,17	0,1	0,2
	150 mM NaCl	0,15	0,04	-0,12	-1,29	0,25	0,1	0,2
	200 mM NaCl	0,10	0,03	0,51	1,18	0,29	0,1	0,2
6-kun	Control	0,50	0,04	-0,69	0,63	0,07	0,4	0,6
	100 mM NaCl	0,39	0,06	0,49	-0,55	0,15	0,3	0,5
	150 mM NaCl	0,29	0,04	0,10	-0,76	0,14	0,2	0,4
	200 mM NaCl	0,16	0,03	0,70	-0,60	0,17	0,1	0,2
8-kun	Control	0,81	0,07	-0,23	-0,78	0,08	0,7	0,9
	100 mM NaCl	0,76	0,07	0,13	-0,95	0,09	0,7	0,9
	150 mM NaCl	0,55	0,03	0,40	-0,45	0,06	0,5	0,6
	200 mM NaCl	0,20	0,04	-0,19	-0,21	0,20	0,1	0,3
10-kun	Control	0,98	0,02	-3,16	10,00	0,02	0,9	1
	100 mM NaCl	0,85	0,05	0,00	-0,77	0,06	0,8	0,9
	150 mM NaCl	0,81	0,06	1,00	-0,33	0,08	0,8	0,9
	200 mM NaCl	0,38	0,16	0,18	-1,87	0,42	0,2	0,6

1-rasmda turli NaCl konsentratsiyalari ostida g‘o‘za navlarining urug’ini unib chiqish dinamikasi tasvirlangan bo’lib, barcha g‘o‘za genotiplarida sho’rlanishning oshishi bilan unib chiqish ko’rsatkichlarining pasayishi kuzatilgan. Optimal sharoitlarda deyarli barcha g‘o‘za navlari yuqori unib chiqishni tashkil etgan bo’lsa, NaCl ning 100 mM, ayniqsa 150–200 mM konsentratsiyali sharoitida keskin pasayish kuzatilgan. Shu bilan birga, bir nechta genotiplar, xususan, Buxoro-102, Buxoro-6, C-4727 va Baraka navlari o’rtacha sho’rlanish sharoitida nisbatan yuqori unib chiqish darajasini ko’rsatdi. 200 mM NaCl konsentratsiyasida urug’ni unib chiqish minimal darajani qayd etdi, bu yuqori tuz stressi urug’ning morfo-fiziologik jarayonlariga kuchli salbiy ta’sir ko’rsatishini ko’rsatadi. Deyarli barcha navlar nazorat muhitida yuqori unib chiqishni ko’rsatgan bo’lsa-da, 100 mM va ayniqsa 150–200 mM NaCl stressi ostida unib chiqish foizining keskin pasayishi kuzatildi. Radar grafiklari shuni ko’rsatdiki, sho’rlanish darajasi oshgani sayin g‘o‘za genotiplar orasidagi farqlar yanada aniqroq bo’lib boradi va ba’zi navlar sho’rlanishga nisbatan yuqori bardoshlilikni namoyon etdi.



1-rasm. Origin Pro dasturining Radar Plot modeli asosida turli konsentratsiyali NaCl muhitlarida g’o’za navlarining unib chiqish foizlari ko’rsatilgan. (A) nazorat, (B) 100 mM NaCl, (C) 150 mM NaCl, (D) 200 mM NaCl. Ma'lumotlar T-testga ko'ra statistik jihatdan sezilarli farqlarni ko'rsatdi ($p < 0,05$).

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko’rsatdiki, sho’rlanish stressi g‘o‘za urug’larining unib chiqishi va yosh nihollarning rivojlanishini sezilarli darajada cheklab qo’ydi. NaCl konsentratsiyasining ortishi bilan o’simliklar uchun osmotik stress kuchaydi va urug’larning suvni shimib olishini qiyinlashtirdi. Ushbu tadqiqotda NaCl konsentratsiyasining ortishi bilan barcha g‘o‘za genotiplarida urug’ning unib chiqishi tezligi hamda foiziga sezilarli darajada ta’siri etishi kuzatildi.

Xulosa. Natijalar shuni ko’rsatdiki, o’rganilgan barcha belgilari bo’yicha ya’ni urug`larning unib chiqish dinamikasi va unib chiqish foizi qiymatlariga ko’ra Baraka, Buxoro-102 hamda Gulbahor-2 g’o’za navlari eng yuqori ko’rsatkichlarni qayd etib, sho’rlanish sharoitida eng chidamli genotip sifatida ajralib turdi. Umuman olganda, bu natijalar sho’rlanishga chidamli genotiplarni aniqlash hamda tuz stressiga chidamli deb tanlab olingan g’o’za navlarini kelgusida qimmatli biomaterial sifatida foydalanish imkonini beradi.

Minnatdorchilik. Ushbu tadqiqot O’zbekiston Respublikasi Davlat byudjeti mablag’lari hisobidan amalga oshirildi. Mualliflar ushbu ishda ishlatiladigan g‘o‘za urug’larini taqdim etgani uchun Fanlar akademiyasining Genomika va Bioinformatika markaziga minnatdorchilik bildiradilar. Mualliflar "GWAS usuli yordamida g‘o‘za genomidagi abiotik stressga chidamli xususiyatlarning genetik assotsiatsiyalarini o’rganish va chidamli navlarni yaratish" mavzusida davlat buyurtmasi bilan ko’rsatilgan yordam uchun minnatdorchilik bildiradilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Abdelraheem A., Esmaeili N., O'Connell M., Zhang J. (2019). Progress and perspective on drought and salt stress tolerance in cotton. Industrial Crops and Products. 130. 118-129. 10.1016/j.indcrop.2018.12.070.

2. de Almeida C. P., Barbosa R. R., Ferraz C. G., de Castro R. D., Ribeiro P. R. Genome-wide identification of the GDSL-type esterase/lipase protein (GELP) gene family in Ricinus communis and its transcriptional regulation during germination and seedling establishment under different abiotic stresses. Plant Physiol Biochem. 2024 Sep;214:108939. doi: 10.1016/j.plaphy.2024.108939. Epub 2024 Jul 15. PMID: 39029309.

3. Gilland, B. World population and food supply. Food Policy. – 2002.– Vol. 27. – P. 47-63.

4. Hossain, Mamduha. (2010). Global Warming induced Sea Level Rise on Soil, Land and Crop Production Loss in Bangladesh. 19th world congress of soil science, soil solutions for a changing world. –2010. – P. 77-80.

5. Jamil A., Riaz S., Ashraf M., Foolad M.(2011). Gene Expression Profiling of Plants under Salt Stress. Critical Reviews in Plant Sciences. 30. 435-458. 6.1080/07352689.2011.605739. Khan M., Wahid A., Ahmad M., Tahir M. T., Ahmed M., Ahmad S., Hasanuzzaman M. (2020). World Cotton Production and Consumption: An Overview. 10.1007/978-981-15-1472-2_1.

7. Liu G., Li X., Jin S., Liu X., Zhu L., Nie Y., Zhang X. (2014). Overexpression of Rice NAC Gene SNAC1 Improves Drought and Salt Tolerance by Enhancing Root Development and Reducing Transpiration Rate in Transgenic Cotton. PloS one. 9. e86895. 10.1371/journal.pone.0086895.

8. Peleg Z., Apse M., Blumwald E.(2011). Engineering Salinity and Water-Stress Tolerance in Crop Plants: Getting Closer to the Field. Advances in Botanical Research. 57. 405-443. 10.1016/B978-0-12-387692-8.00012-6.

9. Saqib M. (2002). Comparative growth performance of five cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes against different levels of salinity / Akhtar J., Pervaiz S., Qureshi R., Aslam M.// Pakistan Journal of Agricultural Sciences. Vol. 39. – P. 69-75.

10.Peng Z., He S., Gong W., Xu F., Pan Z., Jia Y.-H., Geng X., Du X. (2018). Integration of proteomic and transcriptomic profiles reveals multiple levels of genetic regulation of salt tolerance in cotton. BMC Plant Biology. 18. 10.1186/s12870-018-1350-1.

11.www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-atabases/global-map-of-salt-affected-soils/ar/

UO'K 595.733

QASHQDARYO VILOYATI MIRISHKOR TUMANI HUDUDIDA TARQALGAN ODONATA TURKUMI VAKILLARINING TUR TARKIBI

Z.B.Norqobilova, b.f.f.d., dots.v.v.b., Qarshi davlat universiteti, Qarshi
ORCID: 0009-0002-8898-9521
J.L.Normamatova, talaba, Qarshi davlat universiteti, Qarshi

Annotatsiya. *Mazkur tadqiqotda Qashqadaryo viloyati, xususan Mirishkor tumani odonatafaunasining tur tarkibi o'rganildi. Tadqiqot hududi sifatida Ayzobod, Yangi Jeynov va Abbona qishloqlari tanlanib, ushbu hududlarda Odonata turkumiga mansub ninachilarning monitoringi olib borildi. Tadqiqot natijasida hududda uchrovchi ninachilarning Anisoptera va Zygoptera kenja turkumlariga mansub turlari aniqlanib, ularning tur tarkibi va tarqalish xususiyatlari tahlil qilindi. Olingan natijalar Mirishkor tumani odonatafaunasining xilma-xilligini baholash hamda mintaqa bioxilma-xilligini o'rganishda muhim ilmiy ahamiyatga ega.*

Kalit so'zlar: *Odonata, Insecta, Anisoptera, imoga, lichinka, pterostigma, Lestidae.*

Аннотация. *В данном исследовании изучен видовой состав одонатофауны Кашкадарьинской области с особым акцентом на Миришкорский район. В качестве объектов исследования были выбраны сёла Айзобод, Янги Джейнов и Аббона, где проводился мониторинг стрекоз, относящихся к отряду Odonata. В результате исследований были выявлены виды, принадлежащие к подотрядам Anisoptera и Zygoptera. Проведён анализ их видового состава и особенностей распространения на исследуемой территории. Полученные результаты имеют важное значение для оценки разнообразия одонатофауны Миришкорского района и дальнейшего изучения биоразнообразия региона.*

Ключевые слова: *Odonata, Insecta, Anisoptera, имога, личинка, птеростигма, Lestidae.*

Abstract. *This study investigated the species composition of the odonate fauna of Kashkadarya Region, with particular emphasis on Mirishkor District. Ayzobod, Yangi Jeynov, and Abbona villages were selected as the study sites, where monitoring of dragonflies and damselflies belonging to the order Odonata was conducted. The results revealed the presence of species belonging to the suborders Anisoptera and Zygoptera. Their species composition and distribution patterns within the study area were analyzed. The obtained data contribute to the assessment of odonate diversity in*

Mirishkor District and provide valuable information for the study and conservation of regional biodiversity.

Key words: *Odonata, Insecta, Anisoptera, imago, larva, pterostigma, Lestidae.*

Kirish. Odonata turkumi vakillari (ninachilar) suv va quruqlik ekotizimlarining muhim komponentlaridan biri bo‘lib, bioindikator organizmlar sifatida alohida ahamiyatga ega. Ularning tarqalishi, tur tarkibi va ekologik xususiyatlarini o‘rganish hududlarning biologik xilma-xilligini baholashda muhim o‘rin tutadi. Hozirgi kunda global ekologik o‘zgarishlar, antropogen ta’sirlarning ortishi va tabiiy ekotizimlarning degradatsiyasi natijasida ko‘plab hasharotlar guruhlarining tur xilma-xilligi kamayib bormoqda. Bunday jarayonlar ninachilar faunasiga ham salbiy ta’sir ko‘rsatib, ularning yashash areallari qisqarishi, ayrim noyob va kamyob turlar sonining kamayishi hamda mahalliy populyatsiyalarning yo‘qolib ketishiga sabab bo‘lmoqda.

Shu nuqtai nazardan, tabiiy va urbanizatsiyalashgan hududlarda ninachilarning tur tarkibini aniqlash, tarqalish qonuniyatlari hamda bioekologik xususiyatlarini o‘rganish dolzarb ilmiy masalalardan biri hisoblanadi. Bundan tashqari, morfologik va molekulyar tadqiqotlar asosida munozarali turlarni aniqlashtirish, kamyob hamda muhofazaga muhtoj turlarni saqlash bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Qashqadaryo viloyati entomofaunasi bo‘yicha ayrim tadqiqotlar olib borilgan bo‘lsa-da, Mirishkor tumani odonatafaunasi yetarli darajada o‘rganilmagan. Shu sababli mazkur tadqiqotning maqsadi Mirishkor tumanida uchrovchi Odonata turkumi vakillarining tur tarkibini aniqlash va tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqot metodlari. Tadqiqotlar 2024–2025-yillarda Qashqadaryo viloyati Mirishkor tumanining Ayzobod, Yangi Jeynov va Abbona qishloqlari hududlarida olib borildi. Ninachilarni kuzatish va yig‘ish marshrut usuli hamda vizual monitoring asosida amalga oshirildi. Namunalar suv havzalari, sug‘orish kanallari va ularga tutash biotoplardan yig‘ildi. Turlarni aniqlashda Odonata turkumining zamonaviy sistematikasi va aniqlagichlaridan foydalanildi.

Tadqiqot natijalari. Mazkur tadqiqotda Qashqadaryo viloyati odonatafaunasining tarkibi o‘rganilib, xususan Mirishkor tumani odonatafaunasining tahlili amalga oshirildi hamda tur tarkibi aniqlandi. Tadqiqot hududi sifatida Mirishkor tumanining Ayzobod, Yangi Jeynov va Abbona qishloqlari tanlab olinib, ushbu hududlarda ninachilar (Odonata) faunasining monitoringi olib borildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, hududda Odonata turkumiga mansub ninachilarning Anisoptera va Zygoptera kenja turkumlariga oid turlari aniqlanib, ularning tarqalishi va tur tarkibi baholandi.(1-jadval)

Mirishkor tumanida aniqlangan nianchilarning sistematik tahlili.

Kenja turkum	Oila	Kenja oila	Avlod	Tur
Anisoptera Selys-Longch.,1854	Aeshnidae Rambur, 1842	Aeshninae Rambur, 1842 (Leach, 1815)	*Anax* Leach,1815	*Anax imperator* Leach, 1815 (=*Anax formosus* Vander Linden, 1820)
	Libellulidae Rambur, 1842	Libellulinae Rambur, 1842	*Orthetrum* Newman, 1833	*Orthetrum brunneum* Fonscolombe, 1837 (≡*Libellula brunnea* Fonscolombe, 1837)
				Orthetrum cancelatum Linnaeus, 1758 (=*Libellula cancellata* Linnaeus, 1758)
		Sympetrinae Tillyard, 1917	*Crocothemis* Brauer, 1868	*Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832)
			Sympetrum Newman,1833 (=*Diplax*)	*Sympetrum striolatum* (Charpentier, 1840)
Zygoptera Selys, 1854	Lestidae Calvert, 1901 (=Coenagrionidae)	Sympecmatinae Fraser, 1951	*Sympecma* Burmeister, 1839 (=*Sympycna*	*Sympecma paedisca* (Brauer, 1877)

		Ischnurinae Fraser, 1957	*Ischnura* Charpentier, 1840 (=*Micronympha*)	*Ischnura elegans* Vander Linden, 1820 (=*Agrion elegans* Vander Linden, 1820)

Xulosa. Qashqadaryo Mirishkor tumanining Ayzobod, Yangi Jeynov va Abbona qishloqlarida 2024-2025 yillarda olib borilgan natijalariga ko'ra ninachilarning 2 ta kenja turkum, 3 ta oila va 6 ta avlodga mansub 7 ta turdan iborat bo'lgan taksonomik tarkibi aniqlandi va tahlil qilindi. O'rganilgan ninachilar oilalar kesimida taqsimlanishiga ko'ra, Aeshnidae Rambur, 1842 oilasi turlar soni jihatidan 14,3 % ni, Libellulidae Rambur, 1842 oilasi 57,1 % ni, Listedae Calvert,1901 28,6 % ni tashkil etishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1.Akhmedova M.Sh., Medetov M.J., Abdullayev I.I. Fauna Of Dragonflies (Odonata: Anisoptera, Zygoptera) In Khorezm Oasis, Uzbekistan. // Natural Volatiles and Essential Oils. 8(6), 2021. P.-1792-1798.

2.Dijkstra K.D.B., Kalkman V.J., Dow R.A., Stokvis F.R., Van Tol.J. (en).Redefining the damselfly families: a comprehensive molecular phylogeny of Zygoptera (Odonata). // Systematic Entomology. 68-96, 2014. -39 pp. /doi:10.1111/syen.12035.

3. Zokirova M.S., Muminov B.A. Morfobiologicheskie xarakteristiki fauni strekoz (Insecta: Odonata) Ferganskoy dolini // Universum: Ximiya i biologiya: elektron. nauchn. jurn. 2020. № 3(69). URL: http: //7universum.com/ru/nature/archive/item/8999

4.Norqobilova Z. Qashqadaryo viloyati Anisoptera kenja turkum ninachilari (insecta: Odanata) faunasi. QarDU xabarlari – 2024, (1) 2. 163-167 betlar.

5.Norqobilova Z.B., Mirzayeva G.S., Raxmatullayev A.Y. Qashqadaryo viloyati ninachilar (insecta: odanata) faunasining taksonomik tahlili. Хоразм Маъмун академияси ахборотномаси - 2024, 3/1, 78-82 betlar.

6. https://www.gbif.org/species/1426056.

UO'K 595.782(575.1)

O'ZBEKISTONDA GELECHIIDAE OILASI KUYALARINING O'RGANILGANLIK DARAJASI VA TARQALISHI

F.U. O'razova, stajyor tadqiqotchi, O'zR FA Zoologiya instituti, Toshkent
Z.Yu. Axmedova, laboratoriya mudiri, O'zR FA Zoologiya instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada O'zbekiston hududida tarqalgan Gelechiidae (o'yiq qanotli kuyalar) oilasiga mansub turlarning tarixiy o'rganilish jarayoni, hozirgi bilim darajasi va geografik tarqalishi mavjud ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilingan. Tahlil natijasida respublika hududida ushbu oilaga mansub kamida 42 tur, 21 dan ortiq avlod va 2 ta oilachaga mansub taksonlar qayd etilgani aniqlandi. Aniqlangan turlarning aksariyati (35 tur) Buxoro viloyatining Qizilqum cho'li hududidan, qolganlari esa Farg'ona vodiysi, Xorazm va Toshkent viloyatlaridan qayd etilgan. Respublikaning boshqa ko'pgina tabiiy-geografik zonalari (tog'li, adir, Ustyurt platosi) amalda o'rganilmaganligi ko'rsatilgan. Shuningdek, oila vakillari orasidagi iqtisodiy ahamiyatga ega zararkunanda turlar (kartoshka kuyasi, pomidor kuyasi va boshqalar) alohida ko'rib chiqilgan.*

Kalit so'zlar: *Gelechiidae, kuya, O'zbekiston, Qizilqum, Farg'ona vodiysi, faunistik tadqiqotlar, tur tarkibi, tarqalishi, zararkunandalari.*

Аннотация. *В статье на основе анализа существующей научной литературы рассматриваются история изученности, современный уровень знаний и географическое распространение видов семейства Gelechiidae (выемчатокрылые моли) на территории Узбекистана. Установлено, что в республике зарегистрировано 42 видов, относящихся более чем к 21 родам и 2 подсемействам (Gelechiinae, Dichomeridinae). Подавляющее большинство видов (35 видов) отмечено в пустыне Кызылкум Бухарской области; остальные в Ферганской долине, Хорезмской и Ташкентской областях. Показано, что многие природно-географические зоны республики (горные, адырные районы, плато Устюрт) практически не изучены. Отдельно рассмотрены виды, имеющие экономическое значение как вредители сельского хозяйства.*

Ключевые слова: *Gelechiidae, моли, Узбекистан, Кызылкум, Ферганская долина, фаунистические исследования, видовой состав, распространение, вредитель.*

Abstract*. This article analyses the historical study, current state of knowledge, and geographical distribution of the family Gelechiidae (twirler moths) in Uzbekistan based on existing scientific literature. The analysis revealed at least 42 species belonging to more than 20 genera and two subfamilies (Gelechiinae, Dichomeridinae) recorded in the republic. The overwhelming majority of species (35 species) were recorded in the Kyzylkum Desert of Bukhara Region, with the remainder from the Fergana Valley, Khorezm, and Tashkent regions. Many of the country's natural-geographic zones (mountainous, foothill, and the Ustyurt plateau) remain essentially unstudied. Species of economic importance as agricultural pests are also discussed separately.*

Keywords: *Gelechiidae, gelechiid moths, Uzbekistan, Kyzylkum, Fergana Valley, faunistic study, species composition, distribution, pest.*

Kirish. Gelechiidae (o‘yiq qanotli kuyalar) oilasi Lepidoptera turkumidagi eng yirik va xilma-xil oilalardan biri bo‘lib, dunyo faunasida 500 avlodga mansub 4700 dan ortiq turni o‘z ichiga oladi. Oila vakillari, odatda, kichik yoki o‘rta o‘lchamli, tor va uchli qanotlarga ega bo‘lib, lichinkalari barglarni minalash, ularni bir-biriga o‘rab “uya” yasash, poya va ildizlar ichiga kirib olish, urug‘ hamda mevalarni teshib yeyish kabi turli xil oziqlanish uslullariga ega.

Bu oilaning ko’pgina vakillari qishloq va bog‘dorchilik xo‘jaligi uchun jiddiy zararkunanda hisoblanadi. Jumladan, kartoshka kuyasi (*Phthorimaea operculella*), pomidor kuyasi (*Tuta absoluta*), danakli mevalar zararkunandasi (*Anarsia lineatella*), paxta kuyasi (*Pectinophora gossypiella*) va don ombor zararkunandasi (*Sitotroga cerealella*) kabi turlar jahon miqyosida ma’lum bo‘lgan, sezilarli iqtisodiy zarar keltiruvchi hasharotlar qatoriga kiradi.

O‘zbekiston o‘zining xilma-xil tabiiy-geografik sharoiti cho‘l, tog‘oldi va tog‘li mintaqalar, keng sug‘oriladigan dehqonchilik hududlari tufayli ushbu oila vakillari uchun boy va xilma-xil yashash muhitiga ega. Shunga qaramay, boshqa ko‘plab hasharot guruhlaridan farqli o‘laroq, Gelechiidae oilasi respublikamiz hududida nisbatan kam va notekis o‘rganilgan bo‘lib, uning tur tarkibi va tarqalishi bo‘yicha yaxlit, tizimlashtirilgan milliy ro‘yxat hozirgacha mavjud emas.

Adabiyotlar tahlili. Tadqiqot uchun 1843–2024 yillar oralig‘ida chop etilgan, O‘zbekiston hududidagi Gelechiidae oilasiga oid taksonomik va faunistik ishlar tahlil qilindi. Asosiy manbalar sifatida quyidagi ishlar qo‘llanildi: Falkovitsh va Bidzilya (2003) tomonidan Qizilqum cho‘lida yig‘ilgan namunalardan yetishtirilgan kuyalarga bag‘ishlangan yirik monografik ish; O. Bidzilyaning Athrips (2005) va Peltasta (2010) avlodlariga oid tahliliy ishlari; Bidzilya va Li (2010) tomonidan Agnippe avlodi bo‘yicha tahlili; shuningdek so‘nggi yillarda mahalliy tadqiqotchilar tomonidan qishloq xo‘jaligi agrotsenozlarida olib borilgan faunistik tadqiqotlar — Shermatov (2024) Farg‘ona vodiysi bo‘yicha va Bekchanov, Yadgarova (2021) Xorazm viloyati bo‘yicha.

Tadqiqotda tarixiy-taqqoslash usuli, adabiyotlarni tizimli tahlil qilish hamda aniqlangan turlarni geografik hududlar (viloyatlar va tabiiy zonalar) bo‘yicha guruhlash usullaridan foydalanildi. Har bir manbada keltirilgan tur nomlari, ularning muallif-yili, aniqlangan hudud va yig‘ilgan sana bo‘yicha ma’lumotlar jamlab, yagona jadvalga keltirildi. Zamonaviy nomenklatura va sinonimika masalalarida so‘nggi tahliliy ishlar (Bidzilya, 2010; Bidzilya & Li, 2010) asos qilib olindi.

XIX asr oxiri XX asr boshlarida Erschoff (1874), Christoph (1877) kabi tadqiqotchilar Rossiya imperiyasining Turkiston general-gubernatorligi hududidan yig‘ilgan materiallar asosida bir qator turlarni tavsiflagan (masalan, *Vladimirea glebicolorella, Syncopacta biareatella, Anarsia halimodendri*). Biroq o‘sha davr adabiyotlarida hudud ko‘pincha umumlashtirilgan “Turkiston” nomi bilan yuritilgani sababli, ayrim qadimiy qaydlarning aynan hozirgi O‘zbekiston chegaralariga tegishliligini aniq belgilash qiyin.

Dastlabki taksonomik ishlar 1920 yillarda A. Gerasimov (1930) Toshkent atrofidagi Ak-Tash mavzeidan Peltasta zonula turini (o‘shanda *Borkhausenia zonula* nomi bilan) tavsiflagan Toshkent atrofidan qayd etilgan noyob qadimiy topilmalardan biridir. Shuningdek, Kuznetzov (1958, 1960) bir qator *Vladimirea* va *Anarsia* turlarini tasvirlagan.

O‘zbekiston Gelechiidae faunasini o‘rganishning eng samarali bosqichi 1965–1981 yillarda M.I. Falkovitsh tomonidan Buxoro viloyatidagi O‘zbekiston Fanlar akademiyasi Botanika instituti Qizilqum cho‘l stansiyasida ko‘p yillik dala kuzatuvlari o‘tkazilgan. Kuzatuvlar asosida Povolny

(1967–1972), Sattler (1967), Piskunov (1979–1990) kabi mutaxassislar tomonidan qator turlar tavsiflangan. Yig‘ilgan materiallarning yakuniy va eng to‘liq tahlili Falkovitsh va Bidzilya (2003) tomonidan chop etilgan bo‘lib, unda 39 turdan iborat sistematik ro‘yxat keltirilgan hamda 8 ta yangi tur (*Aristotelia tyttha, Gladiovalva igorella, Athrips autumnella, Scrobipalpa gallicola, Scrobipalpa aestivans, Hedma lyciella, Stomopteryx radicalis, Anarsia psammobia*) ilk bor tasvirlangan.

So‘nggi yigirma yil ichida O. Bidzilya boshchiligidagi tadqiqotlar orqali oldingi davr materiallari qayta ko‘rib chiqilib, taksonomik holati aniqlashtirilmoqda: *Athrips* avlodining tahlili (Bidzilya, 2005) doirasida O‘zbekiston materiallari asosida *Athrips tigrina* kabi turlar tavsiflangan; *Peltasta* yangi avlodi (Bidzilya, 2010) O‘zbekiston va qo‘shni respublikalar materiali asosida ajratilgan; *Agnippe* avlodi tahlilida (Bidzilya & Li, 2010) Qizilqumdan ikkita yangi tur (*Agnippe deserta, Agnippe turanica*) tavsiflanib, ilgari *Evippe haberlandi* nomi bilan yuritilgan *Agnippe conjugella* turining kichik sinonimi ekanligi aniqlangan.

Tahlil qilingan adabiyotlar asosida O‘zbekiston hududida Gelechiidae oilasining ikkita kenja oilaga (Gelechiinae va Dichomeridinae) mansub 42 tur aniqlandi. Ular 20 dan ortiq avlodga taalluqli bo‘lib, avlod va tur sonlarining taqsimoti quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval

O’zbekistonda aniqlangan o’yiq qanotli kuyalar turlari va aniqlangan manbalari

№	Tur	Manba	Viloyat
1.	*Metzneria montana* Piskunov, 1979	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
2.	*Anarsia halimodendri* Christoph, 1877	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
3.	*Anarsia lineatella* Zeller, 1839	Falkovitsh & Bidzilya, 2003; Shermatov, 2024	Buxoro Farg‘ona, Andijon, Namangan
4.	*Anarsia eleagnella* Kuznetsov, 1958	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
5.	*Anarsia psammobia* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
6.	*Aristotelia subericinella* (Duponchel, 1843)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
7.	*Aristotelia avanica* Piskunov & Emelyanov, 1982	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
8.	*Aristotelia tyttha* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
9.	*Agnippe deserta* Bidzilya & Li, 2010	Bidzilya & Li, 2010	Buxoro; Navoiy
10.	*Agnippe turanica* Bidzilya & Li, 2010	Bidzilya & Li, 2010	Buxoro
11.	*Agnippe conjugella* (Caradja, 1920) (= *Evippe haberlandi* Amsel, 1961)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003; Bidzilya & Li, 2010	Buxoro; Surxondaryo
12.	*Aroga aristotelis* (Millière, 1876)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
13.	*Athrips mongolorum* Piskunov, 1980	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
14.	*Athrips falkovitshi* Piskunov, 1990	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
15.	*Athrips autumnella* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
16.	*Athrips tigrina* (Christoph, 1877)	Bidzilya, 2005	Buxoro
17.	*Athrips gussakovskii* (Gerasimov, 1930)	Bidzilya, 2005	Xorazm
18.	*Athrips eugenii* Bidzilya, 2005	Bidzilya, 2005	Namangan
19.	*Gladiovalva igorella* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
20.	*Hedma lyciella* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
21.	*Neofriseria turkmeniella* Piskunov, 1987	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
22.	*Ornativalva ornatella* Sattler, 1967	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
23.	*Ornativalva singula* Sattler, 1967	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
24.	*Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)	Shermatov, 2024; Bekchanov & Yadgarova, 2021	Farg‘ona, Andijon, Namangan Xorazm
25.	*Scrobipalpa pulchra* Povolný, 1967	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
26.	*Scrobipalpa maniaca* Povolný, 1969	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
27.	*Scrobipalpa gallicola* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
28.	*Scrobipalpa aestivans* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
29.	*Stomopteryx radicalis* Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
30.	*Stomopteryx calligoni* Piskunov, 1982	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
31.	*Syncopacta biareatella* (Erschoff, 1874)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
32.	*Syncopacta polychromella* (Rebel, 1902)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro

33.	*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)	Shermatov, 2024	Farg‘ona, Andijon, Namangan
34.	*Vladimirea glebicolorella* (Erschoff, 1874)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
35.	*Vladimirea amseli* Povolný, 1967	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
36.	*Vladimirea zygophylli* (Kuznetzov, 1960)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
37.	*Vladimirea zygophyllivorella* (Kuznetzov, 1960)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
38.	*Recurvaria nanella* (Denis & Schiffermüller, 1775)	Shermatov, 2024	Farg‘ona, Andijon, Namangan
39.	*Parapodia sinaica* (Frauenfeld, 1860)	Falkovitsh & Bidzilya, 2003	Buxoro
40.	*Peltasta zonula* (Gerasimov, 1930)	Bidzilya, 2010	Toshkent ; Buxoro
41.	*Schneidereria pistaciella* (Weber, 1957)	Shermatov, 2024	Farg‘ona, Andijon, Namangan
42.	*Platyedra subcinerea* (Haworth, 1828)	Shermatov, 2024	Farg‘ona, Andijon, Namangan

Tahlil jarayonida Scrobipalpa avlodiga mansub 9 tur, *Athrips* avlodiga mansub 6 tur, Vladimirea avlodiga mansub 5 tur va Anarsia avlodiga mansub 5 tur aniqlanganligi qayd etildi. Bu avlodlar, ayniqsa Markaziy Osiyo cho‘l ekotizimlariga xos bo‘lgan Chenopodiaceae va Zygophyllaceae oilalariga mansub o‘simliklar bilan chambarchas bog‘liq holda rivojlanadi.

Iqtisodiy jihatdan zarar keltiruvchi turlar Phthorimaea, Tuta va Anarsia avlodlariga mansub bo‘lib, ularning vakillari sug‘oriladigan dehqonchilik zonalarida (Farg‘ona vodiysi, Xorazm viloyatida) qayd etilgan va ular bo‘yicha tadqiqotlar asosan amaliy-himoya yo‘nalishida olib borilgan.

Mavjud ma’lumotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston hududida Gelechiidae oilasining o‘rganilganlik darajasi hududlar bo‘yicha taqsimlanish 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

O’yiq qanotli kuyalar turlarining aniqlanishining bo’yicha taqsimlanishi

Hudud	Tur soni
Buxoro viloyati (Qizilqum cho‘li)	35
Farg‘ona vodiysi (Farg‘ona, Andijon, Namangan)	5
Xorazm viloyati	2
Toshkent viloyati	1
Navoiy viloyati	1
Surxondaryo viloyati	1
Namangan viloyati	1

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ma’lumotlarning aksariyat qismi 35 tur Buxoro viloyatining Qizilqum cho‘l qismidan yig‘ilgan. Bu, bir tomondan, ushbu hududda uzoq yillar davomida (1965–1981) muntazam dala tadqiqotlari olib borilgani bilan izohlansa, ikkinchi tomondan, respublikaning boshqa, xususan tog‘li (Chotqol, Zarafshon, Hisor tizmalari), adir va Ustyurt platosi kabi o‘ziga xos landshaftlarining butunlay diqqatdan chetda qolganidan dalolat beradi.

Xulosa. O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston hududida Gelechiidae oilasi bo‘yicha hozirgi kunga qadar 2 kenja oila, 21 avlodga mansub 42 tur, qayd etilgan. Ushbu turlarning aksariyat qismi bitta manba Falkovitsh va Bidzilya (2003) tomonidan Qizilqum cho‘lida olib borilgan ko‘p yillik dala tadqiqotlariga asoslangan bo‘lib, keyingi yillarda O. Bidzilyaning tahliliy ishlari orqali taksonomik jihatdan aniqlashtirilgan. Shu bilan birga, respublikaning aksariyat tabiiy-geografik zonalari xususan tog‘li, adir va Ustyurt hududlari bu oila bo‘yicha amalda o‘rganilmagan bo‘lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Falkovitsh M.I., Bidzilya O.V. Выемчатокрылые моли (Lepidoptera, Gelechiidae), выведенные из гусениц, собранных в пустыне Кызылкум, с описанием новых видов // Праці Зоологічного музею КНУ імені Тараса Шевченка. — 2003. — Т. 1, № 1. — С. 113–147.

2. Bidzilya O. Athrips avlodining Palearktikadagi tahlili // Mitt. Mus. Nat.kd. Berl., Dtsch. entomol. Z. — 2005. — Vol. 52, No. 1.

3. Bidzilya O. A new genus of gelechiid moths (Lepidoptera, Gelechiidae) from Central Asia // Zootaxa. — 2010. — Vol. 2502. — P. 47–55.

4. Bidzilya O., Li H. Review of the genus Agnippe (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Palaearctic region // European Journal of Entomology. 2010. Vol. 107. P. 247-265.

5. Shermatov M.R. Farg'ona vodiysi agroekotizimlarida tangachaqanotli hasharotlar (Insecta, Lepidoptera): tur tarkibi va taksonomik tahlili // FarDU. Ilmiy xabarlar. - 2024. Vol. 30, No. 6.

6. Axmedova Z.Y., O'razova F.U. O'yiq qanotli kuyalar (Lepidoptera: Gelechiidae) turlari xilma-xilligi va taksonomik holati // Agro kimyo himoya va o'simliklar karantini. 2026. № 5. Vol. 120. 162-166 b. doi.org/10.63241/AKHVvol120y2026iss5m24

7. Gerasimov A. Description of new species of Microlepidoptera // 1930 (*Borkhausenia zonula* Gerasimov tavsifi asosida).

8. Kuznetzov V.I. Materials on the Gelechiidae fauna of Central Asia. 1958, 1960.

9. Povolny D. Contributions to the knowledge of Palaearctic Gelechiidae. 1967, 1969, 1972.

10. Piskunov V.I. New and little-known species of Gelechiidae from the fauna of the USSR. — 1979, 1980, 1982, 1987, 1990.

UO'K: 577.212

SHAXS IDENTIFIKATSIYASIDA MITOXONDRIAL VA YADROVIY DNKNING QIYOSIY TAHLILI

D.D.Quronbayeva, magistrant, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti, Toshkent

N.S.Saitova, laboratoriya mudiri, O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi X.Sulaymonova nomidagi Respublika sud ekspertizasi markazi, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada shaxs identifikatsiyasida mitoxondrial va yadroviy DNKning qo'llanilishi hamda ularning o'ziga xos xususiyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida mitoxondrial DNKning nukleotid ketma-ketligi va yadroviy DNKning genetik profili asosida identifikatsiya imkoniyatlari qiyosiy baholandi hamda ularning degradatsiyaga chidamlilik darajasi o'rganildi. Shuningdek, mazkur DNK turlarining sud ekspertizasi amaliyotidagi ahamiyati va biologik namunalardan genetik ma'lumot olishdagi imkoniyatlari tahlil qilindi. Olingan natijalar mitoxondrial DNK degradatsiyaga uchragan biologik namunalarda samaraliroq natija berishini, yadroviy DNK esa shaxsni individual identifikatsiya qilishda yuqori aniqlikka ega ekanligini ko'rsatdi.*

Kalit so'zlar: *mitoxondrial DNK, yadroviy DNK, shaxs identifikatsiyasi, sud ekspertizasi, biologik namunalar, genetik profil, polimorfizm, degradatsiya, molekulyar genetika.*

Аннотация. *В данной статье проанализированы особенности применения митохондриальной и ядерной ДНК в идентификации личности. В ходе исследования на основе нуклеотидной последовательности митохондриальной ДНК и генетического профиля ядерной ДНК была проведена сравнительная оценка их идентификационных возможностей, а также изучена степень их устойчивости к деградации. Кроме того, проанализированы значение данных типов ДНК в судебно-экспертной практике и возможности получения генетической информации из биологических образцов. Полученные результаты показали, что митохондриальная ДНК обеспечивает более эффективные результаты при исследовании деградированных биологических образцов, тогда как ядерная ДНК обладает более высокой точностью при индивидуальной идентификации личности.*

Ключевые слова: *митохондриальная ДНК, ядерная ДНК, идентификация личности, судебная экспертиза, биологические образцы, генетический профиль, полиморфизм, деградация, молекулярная генетика.*

Abstract. *This article analyzes the application and specific features of mitochondrial and nuclear DNA in personal identification. The study comparatively evaluated their identification capabilities based on the nucleotide sequence of mitochondrial DNA and the genetic profile of nuclear DNA, and their resistance to degradation was also investigated. In addition, the significance of these DNA types in forensic practice and their potential for obtaining genetic information from biological samples were assessed. The results demonstrated that mitochondrial DNA provides more*

effective outcomes in the analysis of degraded biological samples, whereas nuclear DNA offers higher accuracy in individual identification.

Key words: *mitochondrial DNA, nuclear DNA, personal identification, forensic science, biological samples, genetic profile, polymorphism, degradation, molecular genetics.*

Kirish. Shaxs identifikatsiyasi sud-ekspertizaning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, biologik namunalardan foydalanib shaxsni aniqlash imkonini beradi. Hozirgi kunda bu maqsadda asosan yadroviy DNK va mitoxondrial DNK tahlillaridan foydalanilmoqda.Yadroviy DNK yuqori individuallikka ega bo‘lib, shaxsni aniq identifikatsiya qilish imkonini beradi. Biroq ayrim hollarda biologik materiallarning buzilishi yoki DNKning degradatsiyaga uchrashi natijasida yadroviy DNKdan to‘liq foydalanish imkoni cheklanadi. Bunday holatlarda hujayrada ko‘p nusxada uchraydigan mitoxondrial DNK muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday vaziyatlarda mitoxondrial DNK muhim muqobil manba sifatida qo‘llaniladi. Shu sababli mitoxondrial va yadro DNKning tuzilishi hamda identifikatsiyadagi imkoniyatlarini qiyosiy o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi. So‘nggi yillarda sud-biologik ekspertizada mitoxondrial DNK va yadro DNKning imkoniyatlarini qiyosiy o‘rganishga katta e’tibor qaratilmoqda.

Adabiyotlar sharhi. Molekulyar genetika sohasidagi yutuqlar shaxs identifikatsiyasida DNK tahlilining keng qo‘llanilishiga zamin yaratdi. Ko‘plab tadqiqotchilar yadro DNKning yuqori informativligi va har bir individ uchun o‘ziga xos genetik profil hosil qilishi sababli sud-genetik ekspertizada asosiy genetik marker sifatida foydalanilishini ta’kidlaydilar[1,2].Biologik namunalarning saqlanish darajasi va sifati identifikatsiya natijalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli ayrim hollarda yadro DNKni tahlil qilish qiyinlashadi. Bunday vaziyatlarda hujayrada minglab nusxalarda uchraydigan mitoxondrial DNK muhim manba hisoblanadi.

Tadqiqotlarda mtDNKning degradatsiyalangan namunalardan ham muvaffaqiyatli ajratib olinishi mumkinligi ko‘rsatib berilgan[3,4]. Ilmiy manbalarda yadro va mitoxondrial DNKning identifikatsiyadagi imkoniyatlari ko‘p bora qiyosiy o‘rganilgan. Mualliflarning fikriga ko‘ra, yadro DNK shaxslarni o‘zaro farqlashda yuqori aniqlikni ta’minlaydi, mitoxondrial DNK esa biologik material miqdori kam bo‘lgan yoki degradatsiyaga uchragan holatlarda qo‘shimcha axborot manbai sifatida xizmat qiladi [5]. Mitoxondrial genomning eng ko‘p o‘rganiladigan qismi D-loop hududi bo‘lib, unda nukleotidlar ketma-ketligining o‘zgaruvchanligi nisbatan yuqori darajada kuzatiladi. Mazkur xususiyat mtDNKni populyatsion va sud-genetik tadqiqotlarda qo‘llash imkonini beradi [6]. Biroq mtDNKning ona tamonidan irsiylanishi uning identifikatsion ahamiyatini ma’lum darajada cheklaydi.

So‘nggi yillarda DNK sekvenirlash texnologiyalarining takomillashuvi natijasida yadro va mitoxondrial DNK tahlillarining aniqligi yanada oshdi. Tadqiqotchilar ushbu ikki genetik tizimdan birgalikda foydalanish shaxs identifikatsiyasi ishonchliligini oshirishini va murakkab ekspertiza holatlarida samarali natijalar berishini qayd etmoqdalar [7, 8].

Materiallar va metodlar. Tadqiqot davomida shaxs identifikatsiyasida yadro va mitoxondrial DNKning imkoniyatlarini qiyosiy baholash maqsadida qon va soch namunalari tahlil qilindi. Biologik namunalar standart laboratoriya talablari asosida yig’ilib, keyingi molekulyar-genetik tadqiqotlar uchun tayyorlandi. Namunalar tarkibidan DNK ajratib olish maxsus ekstraksiya usullari yordamida amalga oshirildi. Ajratib olingan DNKning miqdori va sifati baholanib, keyingi tahlillar uchun mosligi aniqlandi.

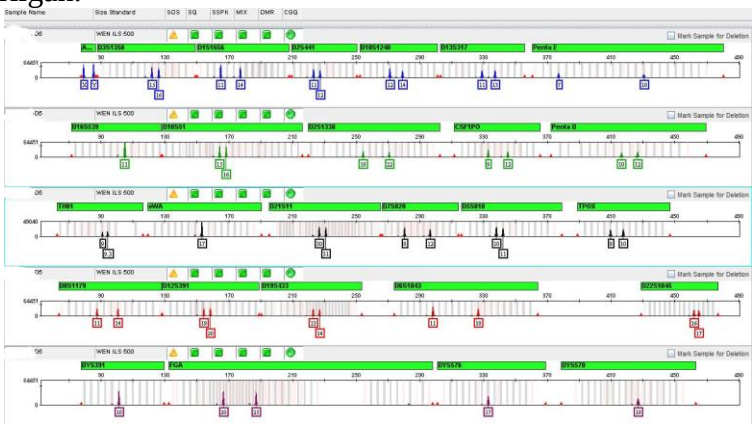
Yadro DNK tahlili STR markerlar asosida bajarildi. Genetik lokuslar polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR) yordamida amplifikatsiya qilindi.

Birinchi PZR reaksiyasida har bir probirkaga 5 µl aktivator, genomik DNK namunasi va deionizatsiyalangan suv qo’shilib, reaksiyaning umumiy hajmi 25 µl ga yetkazildi. Tayyorlangan reaksion aralashmalar amplifikatorda real vaqt rejimidagi PZR usuli yordamida FAM, VIC va CY5 kanallari bo‘yicha tahlil qilindi. Birinchi PZR mahsulotlari keyingi sekvenirlash bosqichidan oldin PCR Clean Up to‘plami yordamida tozalandi. Sekvenirlash reaksiyasi uchun tozalangan PZR mahsulotlariga Dye Terminator qo‘shilib, ishlab chiqaruvchi tavsiyalariga muvofiq amplifikatsiya amalga oshirildi.

Sekvenirlash mahsulotlari "MitoPlex SM Clean up module" to‘plami yordamida qayta tozalanib, HiDi formamid bilan ishlov berildi. Yakuniy mahsulotlar kapillyar elektroforez usuli yordamida ABI 3500 genetik analizatorida tahlil qilindi va olingan natijalar maxsus dasturiy ta'minot asosida baholandi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. Tadqiqot davomida 5 ta qon va 5 ta soch namunalaridan ajratib olingan yadro hamda mitoxondrial DNK namunalarining molekulyar-genetik tahlili amalga oshirildi.Olingan natijalar qon namunalaridan ajratib olingan yadro DNK yuqori sifat va konsentratsiyaga ega ekanligini ko‘rsatdi. Mazkur namunalarda STR markerlar bo‘yicha o‘tkazilgan tahlillar natijasida barcha namunalar uchun to‘liq genetik profillar shakllantirildi.

Inson qon namunasini STR lokuslarining kapillyar elektroforez orqali genotipini aniqlash natijalari tadqiqot yordamida 21 ta avtosomal STR lokusi va 4 ta Y-xromosoma STR lokusi aniqlandi. Tahlil kapillyar elektroforez usuli bilan amalga oshirilgan bo‘lib, yadroviy DNK bo‘yicha genetik profil 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Inson genomidagi qon namunasining qisqa tandem takrorlanuvchi (STR) lokuslarning kapillyar elektroforez orqali genotipini aniqlash natijalarini yadroviy DNK bo‘yicha genetik profili.

Ushbu namunaning mtDNK gaplotipi esa quiydagi korinishga ega bo’ldi.

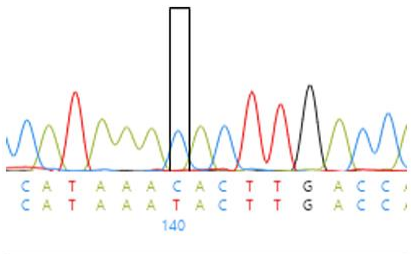
Tadqiqot doirasida organilgan sohalar Gaplotip

HVI 16017 – 16394 16129A 16140C 16170G 16189C 16266A

Tadqiqot doirasida o‘rganilgan sohalar: 16017 – 16394

16140C

Fayl F03_D5-HV1-F_18.ab1



2-rasm. 1-rasm. mtDNK D-loop hududida aniqlangan nukleotid o‘zgarishlari

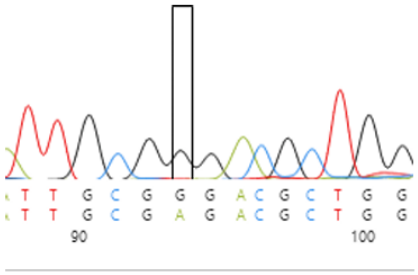
Rasmda ko‘rsatilgan sohada nukleotidlar ketma-ketligi aniq o‘qilgan bo‘lib, pozitsiya 138 atrofida joylashgan nukleotid o‘zgarishi (polimorfizm) kuzatiladi. Ajratib ko‘rsatilgan hududda G (Guanin) joylashishi lozim bo‘lgan soxada A (Adenin) namoyon bo‘lganligini kuzatishimiz mumkin. Aynan shu turdagi o‘zgaruvchanlik, ya’ni mutatsiyalar mtDNKning o‘ziga xos identifikatsion omili xisoblanadi.

Tadqiqot doirasida o‘rganilgan sohalar Gaplotip

HVII 26 – 410 **73G 93G 210G 263G 315.1C**

93G

Fayl F07_D5-HV2-F_16.ab1

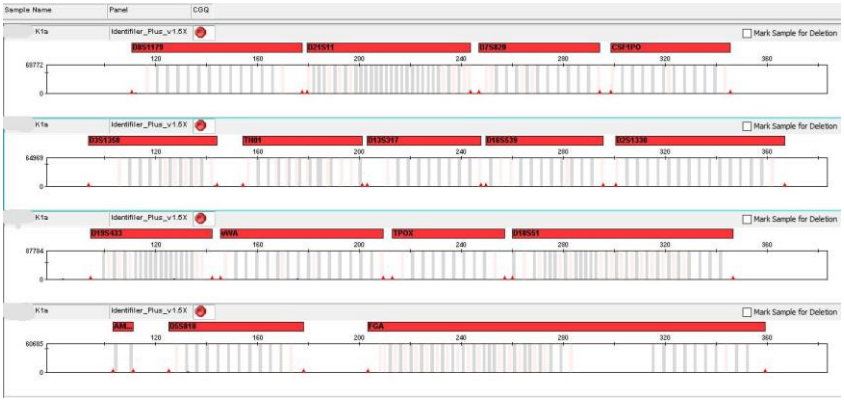


3-rasm. mtDNK D-loop hududida aniqlangan nukleotid o‘zgarishlari

Quyida ko’rsatilgan rasmlarda mitoxondrial DNKning ma’lum fragmenti uchun olingan sekvenirlash natijalari tasvirlangan. Har bir nukleotid turiga mos ravishda rangli cho‘qilar (piklar) aks etgan bo‘lib, odatda adenin (A) - yashil, timin (T) - qizil, sitozin (C) - kok va guanin (G) - qora rang bilan ifodalanadi. Cho‘qilarning balandligi signal intensivligini bildiradi va bu sekvensiyaning ishonchlilik darajasini korsatadi.

Ammo ildiz qismi mavjud bo‘lmagan soch tolalarning esa yadroviy DNK bo‘yicha genetik profil olinmadi.

Ushbu tadqiqotda Identifiler Plus multipleks amplifikatsiya tizimi yordamida ildiz qismi mavjud bo‘lmagan soch tolalarining STR genotipini aniqlash tahlili amalga oshirildi. Tahlil kapillyar elektroforez usuli bilan bajarilgan bo‘lib, yadroviy DNK bo‘yicha genetik profil 4-rasmda ko‘rsatilgan.



4-rasm. Identifiler_Plus_v1.5X multipleks tizimi yordamida ildiz qismi mavjud bo‘lmagan soch tolalarining STR genotipini aniqlash natijalarining yadroviy DNK bo‘yicha genetik profili

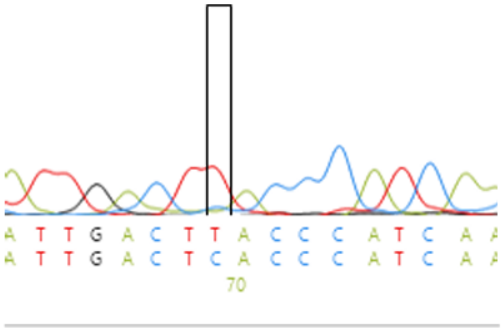
Ammo ayna shu namunaning mtDNK tahlili asosida natija olinishiga erishilgan. Shu bilan birga tahlilni olib borishga to‘sqinlik qiluvchi omillar ham aniqlandi.

Tadqiqot doirasida o‘rganilgan sohalar Gaplotip

HVI 16001 - 16435 16069T 16092A 16126C 16261T

16069T

Fayl B01_D1-HV1-R_04.ab1



5-rasm. mtDNK D-loop hududida aniqlangan nukleotid o‘zgarishlari

Yuqorida ko‘rsatilgan namunada mtDNK profilida kirlanishlar va aniq bo‘lmagan natijalarni kuzatishimiz ham mumkin.

Shunigdek, tahlil davomida geteroplazmani aniqlashga alohida e’tibor berildi. Ba’zi namunalarda bir nechta nukleotid variantlari bo‘lgan pozitsiyalar aniqlandi, bu esa aralash

mitoxondriyal populyatsiyalar mavjudligini korsatishi mumkin. Natijalarni sharhlashda ushbu geteroplazma omil hisobga olingan, chunki u qiyosiy tahlilning tog'riligiga ta'sir qilishi mumkin.

Soch namunalarining tahlili jarayonida yadro DNK miqdori qon namunalariga nisbatan kamroq ekanligi aniqlandi. Ayrim hollarda yadro DNKning qisman degradatsiyaga uchrashi tufayli to'liq genetik profilni olish murakkablashdi. Shu bilan birga, mitoxondrial DNKning D-loop hududi bo'yicha o'tkazilgan tahlillar barcha soch namunalaridan ishonchli genetik ma'lumotlar olish imkonini berdi.Yadro va mitoxondrial DNK tahlillari natijalarining qiyosiy baholanishi yadro DNKning individlarni identifikatsiya qilishda yuqori informativlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Biroq biologik materialning degradatsiyaga uchrashi yoki miqdorining yetarli bo'lmagan holatlarida mitoxondrial DNK tahlili samarali alternativ usul sifatida namoyon bo'ldi.

Shunday qilib, olingan natijalar yadro DNKning shaxs identifikatsiyasida asosiy genetik marker ekanligini, mitoxondrial DNK esa murakkab va degradatsiyalangan biologik namunalarda qo'shimcha identifikatsion manba sifatida muhim ahamiyat kasb etishini tasdiqladi.

Xulosa va takliflar. O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, yadro DNK va mitoxondrial DNK shaxs identifikatsiyasida yuqori informativlikka ega bo'lgan genetik markerlar hisoblanadi. Yadro DNKning STR markerlari asosida olingan genetik profillar individlarni yuqori aniqlik bilan identifikatsiya qilish imkonini berdi.

Mitoxondrial DNKning D-loop hududi tahlili, ayniqsa, soch namunalarida ishonchli genetik ma'lumotlar olish imkonini yaratdi. Tadqiqot natijalari mtDNKning degradatsiyaga uchragan va kam miqdordagi biologik namunalarda samarali qo'llanilishi mumkinligini tasdiqladi.

Olingan natijalarga asoslanib,sud-ekspertiza amaliyotida degradatsiyalangan biologik materiallarni tahlil qilishda mitoxondrial DNKdan kengroq foydalanish hamda murakkab identifikatsiya holatlarida yadro va mitoxondrial DNK tahlillarini birgalikda qo'llash tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Butler J.M. Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers. – 2nd ed. – Burlington: Academic Press, 2005. – 688 p.

2. Butler J.M. Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology. – San Diego: Academic Press, 2012. – 699 p.

3. Holland M.M., Parsons T.J. Mitochondrial DNA sequence analysis – validation and use for forensic casework // Forensic Science Review. – 1999. – Vol. 11, No. 1. – P. 21–50.

4. Tully G., Sullivan K.M., Nixon P. The analysis of mitochondrial DNA in forensic science // International Journal of Legal Medicine. – 1996. – Vol. 108. – P. 14–18.

5. Budowle B., Allard M.W., Wilson M.R., Chakraborty R. Forensics and mitochondrial DNA: applications, debates and foundations // Annual Review of Genomics and Human Genetics. – 2003. – Vol. 4. – P. 119–141.

6. Parson W., Bandelt H.J. Extended guidelines for mtDNA typing of population data in forensic science // Forensic Science International: Genetics. – 2007. – Vol. 1. – P. 13–19.

7. Goodwin W., Linacre A., Hadi S. An Introduction to Forensic Genetics. – 3rd ed. – Chichester: Wiley-Blackwell, 2011. – 264 p.

8. Jobling M.A., Gill P. Encoded evidence: DNA in forensic analysis // Nature Reviews Genetics. – 2004. – Vol. 5. – P. 739–751.

9. Mito Plex to'plami orqali mitoxandrial DNK ketma-ketligini aniqlash" protokoli 230830

UO'K 577.21:602.6:633.511

A. annua cADS GENINING GETEROLOGIK OVEREKSPRESSIYASI ORQALI ILK BOR ARTEMIZININ SINTEZLOVCHI G'O'ZA (*Gossypium hirsutum* L.) GENOTIPLARINI OLISH

B.K. Raxmanov, k.i.x., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
Z.T. Buriev, b.f.d., prof., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
Sh.E. Shermatov, b.f.n., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
X.A. Ubaydullayeva, b.f.d., O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent
I.Y. Abdurahmonov, b.f.d. akademik, O'zRFA Genomika va bioinformatika markazi, Toshkent

Annotatsiya. *Mazkur innovatsion tadqiqotda Artemisia annua L. o'simligining artemizinin biosintezidagi muhim cADS geni A. tumefaciens vositasida g'o'za (Gossypium hirsutum L.) eksplantlariga transformatsiya qilinib, somatik embriogenez orqali dunyoda ilk bor artemizinin*

moddasini sintezlovchi g'o'za genotiplari olindi. Olingan natijalar g'o'za genotipida tibbiyot uchun qimmatli bo'lgan biofaol metabolitlarni biosintez qilish imkoniyatini tasdiqladi.

Kalit so'zlar: *G. hirsutum, A. annua, cADS geni, agrobakteriya, biotexnologik g'o'za, artemizinin, arteannuin B, UHPLC-MS.*

Аннотация. *В данном инновационном исследовании ключевой ген биосинтеза артемизинина, ген cADS из растения Artemisia annua L., был трансформирован в экспланты хлопчатника (Gossypium hirsutum L.) опосредованным A. tumefaciens методом, и путем соматического эмбриогенеза впервые в мире были получены генотипы хлопчатника, синтезирующие артемизинин. Полученные результаты подтвердили возможность биосинтеза ценных для медицины биоактивных метаболитов в генотипе хлопчатника.*

Ключевые слова: *G. hirsutum, A. annua, ген cADS, агробактерия, биотехнологический хлопчатник, артемизинин, артеаннуин B, UHPLC-MS.*

Abstract. *In this innovative study, the key cADS gene involved in artemisinin biosynthesis from Artemisia annua L. was transformed into cotton (Gossypium hirsutum L.) explants via A. tumefaciens-mediated transformation, and artemisinin-producing cotton genotypes were successfully obtained for the first time in the world through somatic embryogenesis. The obtained results confirmed the feasibility of biosynthesizing medically valuable bioactive metabolites within the cotton genotype.*

Key words: *G. hirsutum, A. annua, cADS gene, agrobacterium, biotechnological cotton, artemisinin, arteannuin B, UHPLC-MS.*

Kirish. Tadqiqotning dolzarbligi. Tabiatda bir yillik shuvoq (*Artemisia annua* L.) o'simligi artemizinin birikmasining asosiy tabiiy manbayi hisoblanadi. Biroq, ushbu o'simlik tarkibida artemizinin miqdori juda kam bo'lib, quruq vazniga nisbatan bor-yo'g'i 0,01–1,1% ni tashkil etadi [1, 2]. *A. annua* tarkibidagi faol moddaning kamligi dunyo miqyosida artemizinin narxining yuqoriligi va uning tanqisligiga sabab bo'lmoqda.

Artemizinin birikmasi asosan *Plasmodium falciparum* va *Plasmodium vivax* parazitlari keltirib chiqaruvchi bezgak kasalligini davolashda samarali yagona vosita sifatida qo'llaniladi. Bezgak insoniyat tarixidagi eng og'ir va halokatli kasalliklardan biridir. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining (JSST) 2016-yil dekabr oyidagi hisobotiga ko'ra, 2015-yilda dunyo bo'yicha 212 millionta bezgak bilan kasallanish holati qayd etilgan va 429 000 kishi ushbu yuqumli kasallik oqibatida vafot etgan [3, 4, 5, 6]. Artemizinin moddasining kashf qilinishi sharofati bilan har yili millionlab insonlar hayoti saqlab qolinmoqda. Bugungi kunda JSST va BMT Taraqqiyot Dasturining "Roll Back Malaria**"** kabi xalqaro kampaniyalari doirasida artemizinin asosidagi majmuaviy terapiya usulini qo'llagan holda bezgakning keng tarqalishiga qarshi butun dunyo bo'ylab faol kurash olib borilmoqda [3, 6].

Xitoy An'anaviy Tibbiyoti Instituti professori Youyou Tu artemizinin moddasini *A. annua* o'simligida kashf etgani va millionlab insonlar hayotini saqlab qolgani hamda jahon ilm-fani rivojiga qo'shgan ulkan hissasi uchun 2011-yilda nufuzli Lasker-DeBakey tibbiyot tadqiqotlari mukofoti hamda 2015-yilda Fiziologiya yoki tibbiyot bo'yicha Nobel mukofoti bilan taqdirlandi [7].

So'nggi o'n yilliklarda o'tkazilgan turli ilmiy tadqiqotlar artemizininning boshqa ko'plab tibbiy va davolash xususiyatlarini ham ochib berdi. Xususan, ushbu birikma inson immun tizimini rag'batlantiruvchi omil hamda odam sitomegalovirusi, gerpes, gepatit B va C, OIV kabi virusli infektsiyalarga, shistozomatoz hamda leyshmanioz kabi parazitar kasalliklarga va saratonning bir qancha turlariga (o'pka, ko'krak saratoni va b.) qarshi samarali vosita ekanligi qayd etildi. Bundan tashqari, sichqon, kalamush, mushuk va itlarda (xususan, sarkomada) o'tkazilgan veterinariya tadqiqotlarida ham uning yuqori farmakologik faolligi tasdiqlandi [2, 6, 8].

Hozirgi kunda dunyo miqyosida molekulyar biologiya, genomika, biotexnologiya va metabolik muhandislikning zamonaviy yondashuvlarini qo'llagan holda, geterologik ekspressiya tizimlari (o'simliklar va mikroorganizmlar) orqali artemizinin va uning prekursori hosilini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar faol olib borilmoqda. *Artemisia annua* L. genomining to'liq sekvenirlanishi va strukturaviy-funktsional jihatdan chuqur o'rganilishi uning metabolik yo'llarini maqsadli modifikatsiyalash uning yangi yuqori mahsuldor liniya va navlarini seleksiya qilib olish uchun nazariy va amaliy poydevor yaratdi [2, 6].

A. annua kabi tabiiy manbada artemizinin miqdorining pastligi hamda ushbu birikmaning boshqa xavfli kasalliklarni davolashda keng qo‘llanila boshlanishi unga bo‘lgan global talabning ortishini taqazo etmoqda. Shu bois, muqobil biotexnologik platformalar, xususan rekombinant genotiplar va ekspressiya vektorlari yordamida artemizinin biosintezini amalga oshirish hamda farmatsevtika sanoatini qimmatli xomashyo bilan ta’minlash o‘simliklar biotexnologiyasi va metabolik muhandisligining eng dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [2, 9].

Tadqiqot maqsadi. Tadqiqotning maqsadi NCBI genbank ma’lumotlar bazasi asosida *Artemisia annua* L. o‘simligida artemizinin biosinteziga javobgar bo‘lgan metabolik yo‘llar va genlarni (*cADS, HMGR, FPS*) tadqiq etish, ularning rekombinant genetik vektor konstruksiyalarini tuzish hamda *Agrobacterium tumefaciens* (LBA4404) vositasida g‘o‘za (*Gossypium hirsutum* L.) ekspressiya tizimiga transformatsiya qilish orqali dunyoda ilk bor geterologik artemizinin sintezlovchi biotexnologik g‘o‘za genotiplarini olish va ulardagi artemizinin miqdorini UHPLC-MS yordamida baholashdan iborat.

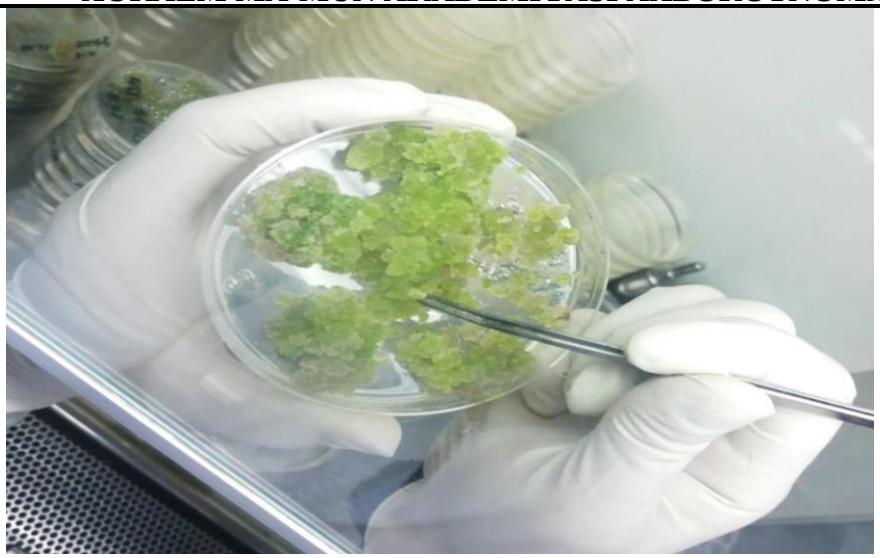
Tadqiqot ob’ekti. Tadqiqot ob’ekti sifatida *Artemisia annua* L. o‘simligining *cADS* geni, rekombinant binar vektor konstruksiyasi mavjud *Agrobacterium tumefaciens* LBA4404 shtammi, *Gossypium hirsutum* L. (Coker-312 navi) o‘simligining gipokotil eksplantlari, somatik embriogenez bosqichidagi kallus to‘qimalaridan regenerant T_0 avlod biotexnologik g‘o‘za liniyalari olindi.

Materiallar va metodlar. O‘simlik materiali va agrobakterial transformatsiya: Genetik transformatsiya va somatik embriogenez orqali regeneratsiyalanuvchanligi yuqori bo‘lgan g‘o‘zaning *Gossypium hirsutum* L. (Coker-312 navi) urug‘laridan foydalanildi. Artemizinin biosinteziga mas'ul genik vektor konstruksiyalari *Agrobacterium tumefaciens* ning LBA4404 shtammi vositasida g‘o‘zaning 1 cm kattalikdagi gipokotil eksplantlariga transformatsiya qilindi. Inkubatsiya jarayoni 22 °C haroratda 3 kun davomida qorong‘u sharoitda amalga oshirildi.

Somatik embriogenez va o‘simliklar regeneratsiyasi: Transformatsiya qilingan eksplantlardan somatik embriogenez usuli orqali o‘simliklarning regeneratsiyalash jarayonlari (kalusogenez, embrioidlar shakllanishi, poya va ildiz otish) qat’iy nazorat qilinadigan aseptik fitotron sharoitida (tartibga solingan harorat, nisbiy namlik, yoritilganlik darajasi va fotoperiod) olib borildi. Seleksiya hamda regeneratsiya bosqichlari optimallashtirilgan ozuqa muhitlarida doimiy monitoring ostida o‘tkazildi (1–4-rasmlar).



1-rasm. Transgenomika va to‘qimalar kulturasi laboratoriyasidagi *in vitro* o‘stirish xonasi. Unda transformatsiyalangan eksplantlar nazorat qilinadigan aseptik sharoitlarda (harorat, namlik, yoritilganlik va fotoperiod) o‘stiriladi. Natijada turli ozuqalarda kallusogenez va embriogenz bosqichlaridan so‘ng maqsadli genni tutgan yangi va butun o‘simliklar olinadi.



2-rasm. Somatik embriogenez tadqiqotlari: kaluslarning rivojlanishi va sifatini baholash hamda ularni har oyda bosqichma-bosqich yangi ozuqa muhitlariga ko‘chirib o‘tkazish jarayoni.



3-rasm. Aseptik *in vitro* sharoiti: kalus to‘qimalaridan ildiz, poya va barglarning shakllanishi (organogenez hamda o‘simlik-regenerantlarning rivojlanishi)



4-rasm. Somatik embriogenezning so‘nggi bosqichida o‘n oy ichida birinchi biotexnologik g‘o‘za nihollari olindi

DNK ekstraksiyasi. Somatik embriogenez usuli orqali to‘liq qayta tiklangan (regeneratsiyalanib olingan) g‘o‘za o‘simlik-regenerantlarining barg to‘qimalaridan genomik DNK cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) usulida ajratib olindi. Ajratib olingan DNK

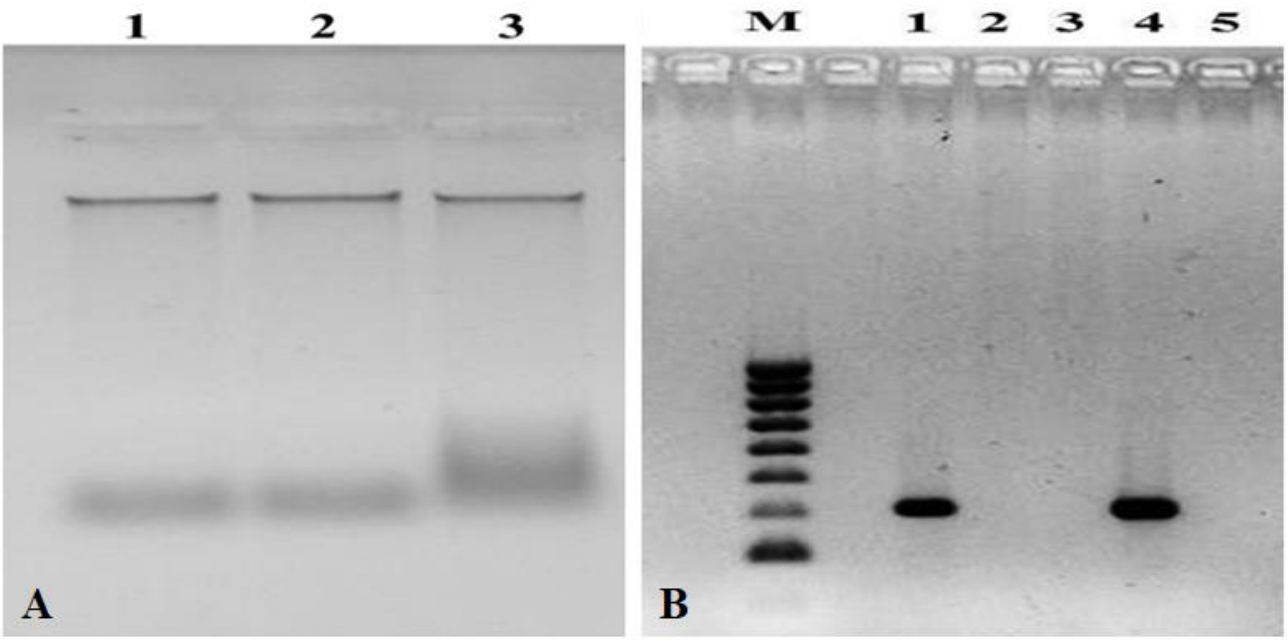
namunalarining konsentratsiyasi va sifat darajasini baholash uchun agaroza gel elektroforezi o‘tkazildi (5A-rasm).

Polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR). National Center for Biotechnology Information (NCBI) ma'lumotlar bazasidagi *Artemisia annua* L. genom ketma-ketliklari asosida *cADS* geniga spetsifik praymerlar juftligi tuzildi. Genetik vektor konstruksiyalarining g‘o‘za genomiga integratsiyalashganligini tasdiqlash uchun quyidagi praymerlar juftligidan foydalanildi: ADS-Forward x 35S-Reverse.

PZR reaksiyasi Eppendorf Mastercycler (Germaniya) amplifikatorida zarur kimyoviy reagentlar (molekulyar darajadagi toza suv, 10X PZR buferi, BSA, dNTPs, gen-spetsifik primerlar va Taq-DNK-polimeraza fermenti) ishtirokida quyidagi harorat dasturi (protokoli) bo‘yicha o‘tkazildi:

Dastlabki denaturatsiya: 94 °C da 3 daqiqa (1 sikl); Amplifikatsiya (45 sikl): denaturatsiya - 94 °C da 1 daqiqa; gibridizatsiya (primerlarning birikishi) - 55 °C da 1 daqiqa; elongatsiya (sintez) - 72 °C da 2 daqiqa; Yakuniy elongatsiya: 72 °C da 7 daqiqa (1 sikl).

PZR mahsulotlarining hajm mosligi va amplifikatsiya sifatini vizualizatsiya qilish hamda tekshirish uchun 1,5% li agaroza gelida, 0,5x TBE buferi va bromfenol ko‘ki (bromophenol blue) boyog‘i yordamida elektroforez o‘tkazildi. Olingan elektroforegramma natijalari AlphaImager GelDoc tizimi yordamida tasvirga olindi va tahlil qilindi (5B-rasm).



5A, B-rasm. Nishon gen bilan transformatsiya qilinib, regeneratsiyalangan g‘o‘za o‘simliklarining DNK va PZR elektroforegrammalari.

Elektroforegrammalar izohi:**5A-rasm**. Genom DNK elektroforegrammasi (0.9% li agaroza geli, 0.5x TBE bufer):1- Coker-312 DNK namunasi (nazorat DNK); 2- va 3- Artemizinin biosinteziga javobgar *cADS* geni asosidagi genetik vektorlar bilan transformatsiyalangan g‘o‘za liniyalarining genom DNK namunalari.

5B-rasm. Biotexnologik g‘o‘za liniyalarida *cADS* genining integratsiyasini tasdiqlovchi PZR amplifikatsiyalari elektroforegrammasi (AlphaImager GelDoc, AQSh, tizimida olingan tasvir): M-DNK marker (IV, 100 Lanes, Bioline); 1- va 4- maqsadli *cADS* geni asosidagi vektor konstruksiyasini tutgan biotexnologik g‘o‘za o‘simliklari namunalari (musbat nazorat); 2- gen konstruksiyasi o‘rniga suv bilan transformatsiya qilingan va amplikon aniqlanmagan g‘o‘za regeneranti namunasi (manfiy nazorat); 3- C-312 g‘o‘za navining transformatsiya qilinmagan o‘simlik namunasi (manfiy nazorat); 5-DNK qo‘shilmagan PZR reagenti aralashmasi (manfiy nazorat).

Fitokimyoviy tahlillarni UHPLC-QTOF-MS yordamida otkazish. Biotexnologik g‘o‘za liniyalaridan ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish uchun har bir namunanining 100 mg ho‘l barg to‘qimasi gomegenizatsiya qilinib, metanol va geksan aralashmasida ekstraksiya qilindi. Artemizinin

va arteannuin B metabolitlarini sifat va miqdoriy jihatidan aniqlash hamda profillash UHPLC-QTOF-MS (O‘ta yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi bilan birlashtirilgan mass-spektrometriya) tizimida (Bruker Daltonics, Bremen, Germaniya) amalga oshirildi. Xromatografiya sharoitlari: Tahlillar Elute UHPLC tizimida o‘tkazildi. Xromatografik ajratish jarayoni yuqori bosimli gradientli elutsiya rejimida olib borildi. Mass-spektrometrik tahlil: Mass-spektrometrik deteksiyalash Impact II QTOF-MS (Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometer) mass-spektrometrida elektrospraying ionlash (ESI) manbayi yordamida amalga oshirildi. Spektrlar musbat (Positive, $[M+H]^+$) va manfiy (Negative, $[M–H]^–$) ionlanish rejimlarida qayd etildi [10].

Natijalar. G‘o‘za liniyalarining regeneratsiyasi va PZR-skriningi. Tadqiqotda *Artemisia annua* L. o‘simligining artemizinin biosintezida ishtirok etuvchi *cADS*, *HMGR* va *FPS* genlari o‘rganildi. Ushbu loyihada artemizinin sintezini boshlab beruvchi oqsilni kodlovchi *cADS* geni asosida overekspression vektor konstruksiyasi tuzildi hamda u *A. tumefaciens* vositasida g‘o‘za genotipiga transformatsiya qilindi. Somatik embriogenez usulida olingan regenerant o‘simliklarda kiritilgan maqsadli genning integratsiyasi PZR tahlillari orqali tasdiqlandi va ushbu biotexnologik liniyalar Gh_ART2 hamda Gh_ART5 deb nomlandi.

Biotexnologik g‘o‘za liniyalarida artemizinin va arteannuin B biosintezi. Biotexnologik liniyalarda maqsadli gen funksionalligi va ikkilamchi metabolitlar to‘planishini baholash uchun fitokimyoviy tahlillar o‘tkazildi. Tahlil natijalariga ko‘ra, biotexnologik g‘o‘za liniyalarining barg to‘qimalarida geterologik artemizinin va uning oraliq metaboliti arteannuin B aniqlandi. Har 100 mg ho‘l massa hisobiga nisbatan Gh_ART2 liniyasida 0,05 mg artemizinin to‘planishi qayd etildi. Gh_ART5 liniyasida esa 0,02 mg artemizinin hamda uning muhim prekursori hisoblangan arteannuin B metaboliti 0,28 mg miqdorda to‘planganligi aniqlandi.

Xulosa. Dunyo amaliyotida ilk bor Artemisia annua L. o‘simligining cADS geni asosidagi overekspressiya qiluvchi vektor konstruksiyasi g‘o‘za (Gossypium hirsutum L.) o‘simligiga muvaffaqiyatli kiritildi va maqsadli gen tutgan biotexnologik regenerantlar olindi.

PZR va fitokimyoviy tahlillar orqali biotexnologik Gh_ART2 va Gh_ART5 g‘o‘za liniyalarida geterologik artemizinin va arteannuin B to‘planishi tasdiqlandi.

Ushbu tadqiqot natijalari o‘simliklarda qimmatli biofaol birikmalarni olish bo‘yicha yangi biotexnologik strategiyalarni ishlab chiqishga xizmat qiladi. G‘o‘za o‘simligida artemizinin va uning prekursorlarini sintez qilish farmatsevtika sanoatini arzon hamda sifatli xomashyo bilan ta’minlash imkoniyatlarini yaratishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Larson TR, Branigan C, Harvey D, Penfield T, Bowles D, Graham IA. A survey of artemisinic and dihydroartemisinic acid contents in glasshouse and global field-grown populations of the artemisinin-producing plant Artemisia annua L. Ind Crops Prod. 2013;45:1-6. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.12.004

2. Rakhmanov BK, Usmonov DE, Imamkhodjaeva AS, Zakiryaeva SI, Ubaydullaeva KA, Shermatov SE, Ayubov MS, Buriev ZT, Abdurakhmonov IY. Therapeutic potential of Artemisia annua and artemisinin in viral infections, cancer and global health advancements. Plant Sci Today. 2025;12(1):1-9. doi: 10.14719/pst.3111

3. World Malaria Report 2016. Geneva: World Health Organization; 2016.

4. Raxmanov B.K., Imamxodjayeva A.S., Ubaydullayeva H.A., Usmonov D.E., Mirzaxmedov M.H., Shermatov Sh.E., Buriev Z.T. *Artemisia annua* L. o‘simligi tarkibida qimmatli artemizinin moddasini sintez qiluvchi genlarni o‘rganish va ular asosida genetic vektorlar tuzish. O‘zR FA Xorazm Ma’mun Akademiyasi Axborotnomasi. ISSN:2091-573X. №13-023 2022-8/1. B 37-40.

5. Raxmanov B.K., Imamxodjayeva A.S., Ubaydullayeva H.A., Usmonov D.E., Mirzaxmedov M.H., Shermatov Sh.E., Buriev Z.T., Abdurahmonov I.Y. Noyob artemizinin moddasining tibbiyotda ahamiyati. Ta’lim, Fan va Innovatsiya Jurnali. ISSN: 2181-8274. 2022-yil 3-son. B. 79-82.

6. Muangphrom P, Seki H, Fukushima EO, Muranaka T. Artemisinin-based antimalarial research: application of biotechnology to the production of artemisinin, its mode of action, and the mechanism of resistance of Plasmodium parasites. J Nat Med. 2016 Jul;70(3):318-34. doi: 10.1007/s11418-016-1008-y.

7. NobelPrize.org. Tu Youyou: The discovery of artemisinin. Nobel Prize Outreach AB; 2020.

8. Efferth T. 2017. From ancient herb to modern drug: Artemisia annua and artemisinin for cancer therapy. Semin Cancer Biol. pii: S1044-579X (17)30029-9. doi: 10.1016/j.semcancer.2017.02.009.

9. Ro DK, Ouellet M, Paradise EM, Burd H, Eng D, Paddon CJ, Newman JD, Keasling JD. Induction of multiple pleiotropic drug resistance genes in yeast engineered to produce an increased level of anti-malarial drug precursor, artemisinic acid. BMC Biotechnol. 2008 Nov 4;8:83. doi: 10.1186/1472-6750-8-83.

10. Rakhmanov B, Imamkhodjaeva A, Usmanov D, Ubaydullaeva Kh, Shermatov Sh, Buriev Z, Abdurakhmonov I. Extraction and identification of artemisinin and its intermediates from natural and modified sources. Science and Innovation. 2024;3(7):170-178. doi: 10.5281/zenodo.13150964.

UO'K: 631.42+631.82

BENTONIT BILAN MODIFIKATSIYALANGAN O'G'ITLAR TUPROQNING AGROKIMYOVIY XOSSALARIGA, G'O'ZANING O'SIB-RIVOJLANISHI VA HOSILDORLIK DINAMIKASIGA TA'SIRI

A.X.Raxmonov, doktorant, Paxta seleksiyasi, urug'chiligi va etishtirish agrotexnologiyalari ilmiy tadqiqot instituti, Toshkent

D.A.Tungushova, prof., q.x.f.d., Paxta seleksiyasi, urug'chiligi va etishtirish agrotexnologiyalari ilmiy tadqiqot instituti, Toshkent

O.V.Myachina, laboratoriya mudiri, b.f.d., O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent

Sh.R.Djabborov, q.x.f.f.d., Toshkent davlat agrar universiteti, Toshkent

Annotatsiya. *Ilmiy maqollada vegetatsion, lizimetrik tajribalaridan foydalanilgan bo'lib, tipik bo'z tuproqlar oziqa moddalarining kamligi bilan tavsiflanib, dastlabki tuproqda gumus miqdori 1,401% ni, azot, fosfor va kaliyning harakatchan shakllari mos ravishda: 2,45; 10,57 va 115 mg/kg bo'lgan. 2015-2017 yillarda vegetatsion tajribalarida bentonit bilan modifikatsiyalangan o'g'itlar qo'llanilganda gumus miqdori 0,020-0,024% ga, azotning harakatchan shakllari 1,4-18,76 mg/kg, fosfor 0,84-7,88 mg/kg, lizimetrik tajribalarida esa azotning harakatchan shakllari 17,5-20,9 mg/kg, fosfor 0,59-0,8 mg/kg ortishi aniqlangan.*

Kalit so'zlar: *vegetatsion, lizimetrik, bentonit, modifikatsiya, gumus, harakatchan shakllari.*

Аннотация. *Типичные сероземы, использованные в вегетационных и лизиметрических опытах, описанных в данной научной статье, характеризуются низким содержанием питательных веществ. Содержание гумуса в исходной почве составляло 1,401%, а подвижных форм азота, фосфора и калия — 2,45, 10,57 и 115 мг/кг соответственно. В вегетационных опытах, проведенных в 2015–2017 гг., внесение удобрений, модифицированных бентонитом, привело к увеличению содержания гумуса на 0,020–0,024%, подвижного азота — на 1,4–18,76 мг/кг, подвижного фосфора — на 0,84–7,88 мг/кг. В лизиметрических опытах было установлено увеличение содержания подвижного азота на 17,5–20,9 мг/кг и подвижного фосфора на 0,59–0,8 мг/кг.*

Ключевые слова: *вегетационный опыт, лизиметрический опыт, бентонит, модификация, гумус, подвижные формы.*

Abstract. *The typical sierozem soils used in the vegetation and lysimetric experiments described in this scientific article are characterized by low nutrient content. The initial soil had a humus content of 1.401%, and the mobile forms of nitrogen, phosphorus, and potassium were 2.45, 10.57, and 115 mg/kg, respectively. In vegetation experiments conducted from 2015 to 2017, the application of bentonite-modified fertilizers resulted in an increase in humus content by 0.020–0.024%, mobile nitrogen by 1.4–18.76 mg/kg, and mobile phosphorus by 0.84–7.88 mg/kg. In the lysimetric experiments, it was determined that mobile nitrogen increased by 17.5–20.9 mg/kg and mobile phosphorus by 0.59–0.8 mg/kg.*

Keywords: *vegetation, lysimetric, bentonite, modification, humus, mobile forms.*

Kirish. Bugungi kunda «dunyo bo'yicha g'o'za texnik ekini ekiladigan maydon 29,1 mln. gektarni tashkil etib, har yili 26,9 mln. tonnadan ortiq paxta tolasi yetishtiriladi». Hosildorlikni oshirish borasida tuproq unumdorligini saqlash hamda agrokimyoviy va agrofizik xossalarini yaxshilash maqsadida sekin ta'sir qiluvchi mineral o'g'itlarga bo'lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Mineral o'g'itlar samaradorligini oshirishda agrorudalardan foydalanish bu sohada yangi qadamdir. Shu sababli sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlarning agrokimyoviy va agrofizik xossalarini yaxshilash, bentonit bilan modifikatsiyalangan o'g'itlarni g'o'zadagi foydalanish koeffitsientlarini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlarni ilmiy asoslangan holda ishlab chiqish dolzarb vazifalardan

hisoblanadi.

Tadqiqotning usublari. Tajribadagi kuzatuvlar, biometrik o'lchashlar, tahlillar va hisob-kitoblar PSUYAITIning umum qabul qilingan uslublari: "Dala tajribalarini o'tkazish uslublari" (Toshkent 2007), tuproqning agrofizik, agrokimyoviy va mikrobiologik tahlillari «Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых раёнах» (1963), Агрохимические методы исследования почв, растений и удобрений (2014), «Агрохимические методы исследования почв» (1975), qo'llanmalaridagi standart uslublarda olib borilib, olingan ma'lumotlar B.A.Dospexov (1985) usulida statistik tahlildan o'tkazilib, qo'llanilgan agrotexnik tadbirlarni iqtisodiy samaradorligi «Экономическая эффективност применения удобрений в селском хозяйстве» (Москва, 1987) qo'llanmasi asosida amalga oshirilgan.

Tahlil va natijalar; O'g'itlarni tuproqning agrokimyoviy xossasiga, paxta ekinining rivojlanishi hamda tuproq unumdorligiga ta'siri o'rganilib, iqtisodiy samaradorligi hisoblari keltirilgan.

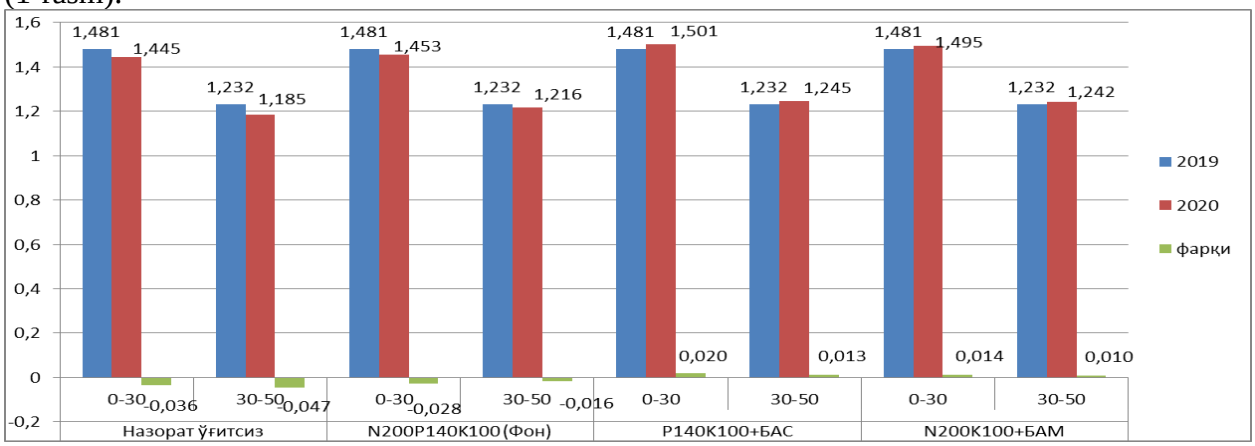
2015-2017 yillarda vegetatsiya va lizimetrik va 2019-2020 yillarda dala tajribalarida bentonit bilan modifikatsiyalangan o'g'itlarni qo'llash samaradorligi o'rganildi.

Fenologik kuzatishlar va biometrik o'lchovlar bentonit o'z ichiga olgan o'g'itlarning ijobiy ta'sirini ko'rsatdi. G'o'za ekinining hosildorligi vegetatsion tajribalarda nazorat variantga nisbatan oshdi. BAS - 16,25 g; BAM - 10,12 g/o'simlik; lizimetrik tajribalarda esa o'g'itsiz variantiga nisbatan BAS - 11,43 g; BAM 13,2 g / o'simlik, shuningdek, fon variantiga nisbatan BAS - 3,21 g; BAM - 4,98 g / o'simlik oshdi.

Dala tajribasi 2019-2020 yillarda Toshkent viloyatining Yuqori-Chirchiq tumanida o'tkazilgan dala tajribasida bentonit saqlovchi o'g'itlarning tuproq agrokimyoviy xossalarining o'zgarishiga ta'siri, o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligiga ta'siri o'rganildi va BAS va BAM ning iqtisodiy samaradorligi aniqlandi.

Gumus miqdori dala tajribasining dastlabki tuproqlarida (2019 yilda vegetatsiya davrining boshlanishi) va tajriba oxirida (2020 yilda vegetatsiya davrining oxiri) solishtirildi. Nazorat sifatida $N_0R_0K_0$ kg/ga o'g'itsiz 1-variantdan, mineral o'g'itlar ($N_{200}P_{140}K_{100}$ kg/ga) qo'llash bilan fon 2-variantdan foydalanildi. 1-va 2-nazorat variantlaridagi haydov va haydov osti qatlamlaridagi gumus miqdori dastlabki darajaga nisbatan mos ravishda 0,036 va 0,047% hamda 0,028 va 0,016% ga kamaydi.

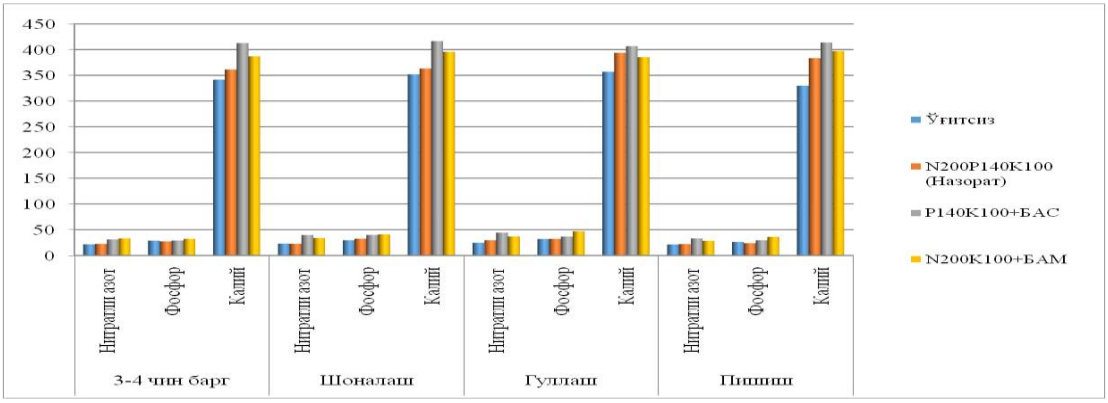
Aksincha, sekin ta'sir qiluvchi o'g'itlar - bentoammiakli selitra ($P_{140}K_{100}$+BAS) va bentoammofos ($N_{200}K_{100}$+BAM) qo'llanilganda, gumus miqdori mos ravishda 0,020 va 0,014% ga oshdi, ya'ni, 0,80 va 0,56 t/ga ga. Natijada, bentoammiakli selitra ($P_{140}K_{100}$+BAS) qo'llanilgan variantda tuproqni gumus bilan ta'minlanganlik ko'rsatkichi o'rtacha darajadan yuqori darajaga o'tdi (1-rasm).



1-rasm. Bentonit bilan modifikatsiyalangan azotli va fosforli o'g'itlar qo'llanilganda tuproqda gumus miqdorining o'zgarishi, %

Tuproqdagi oziqa moddalarining umumiy miqdorini (2019 yilda vegetatsiya davrining boshlanishi) va tajriba oxirida (2020 yilda vegetatsiya davrining oxiri) ko'rsatkichlari bilan solishtirganda ma'lum bo'ldi. O'g'itsiz nazorat variantida va mineral o'g'itli fon variantida 0-50 sm

tuproq qatlamida azot va fosforning harakatchan shakllarida sezilarli o‘zgarishlar kuzatilmadi. Bentoammiakli selitra va bentoammofosdan foydalanganda azot va fosforning harakatchan shakllari mos ravishda 9,35 va 4,67 mg / kg ga, 1,9 va 8,6 mg / kg ga, almashinadigan kaliyni 93,9 va 63,1 mg/kg ga, ko‘payishi aniqlandi. Bu esa BAS va BAM ning tarkibi va xossalariga bevosita bog‘liq (2-rasm).



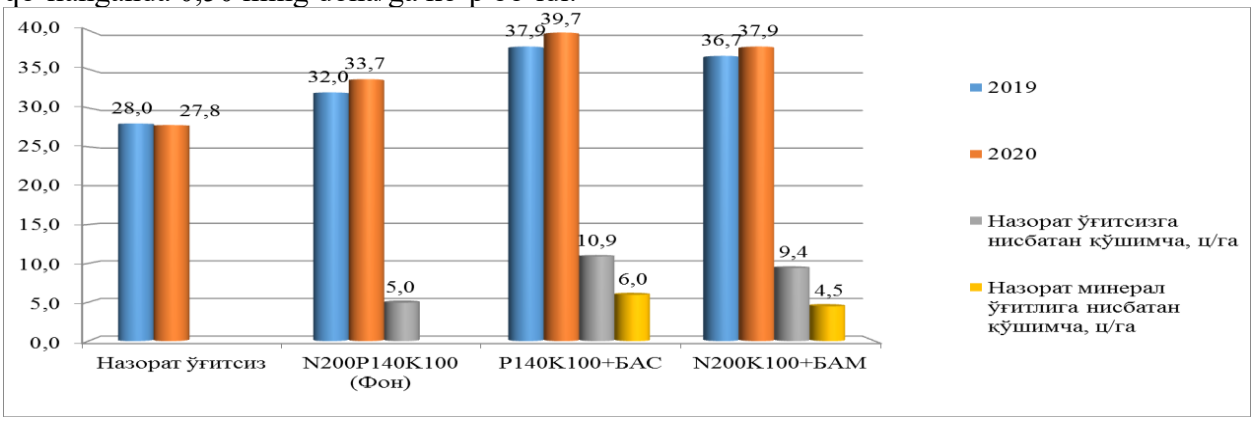
2-rasm. Bentonit bilan modifikatsiyalangan azotli va fosforli o‘g‘itlarni qo‘llashda g‘o‘zaning vegetatsiya davrida tuproqdagi harakatchan oziqa moddalarining (NPK) o‘zgarish dinamikasi, mg/kg

Dala tajribalarida g‘o‘zaning o‘sishi va rivojlanishini fenologik kuzatishlar natijalariga ko‘ra, tarkibida bentonit bo‘lgan o‘g‘itlarning ijobiy ta’siri aniqlandi. Bentoammiakli selitra ($R_{140}K_{100}$+BAS)dan foydalanilganda g‘o‘zaning bo‘yi 3-4 chin barg va shonalash bosqichlarida nazoratdan 4,4-7,4 sm, gullash va pishish bosqichlarida esa 8,2-4,9 sm, gullash bosqichida hosil shoxlari soni 2-3 donaga, pishish bosqichida 3,1-2,7 donaga, ko‘saklar soni esa 2-4 donaga yuqori bo‘ldi. Bentoammofos ($N_{200}K_{100}$+BAM) qo‘llanilganda o‘simliklarning balandligi 6,4-12,8 sm, hosil shoxlari soni 1-2 donaga, ko‘saklar soni esa 2-3 donaga oshdi.

Bundan tashqari bentonit bilan modifikatsiyalangan azotli va fosforli o‘g‘itlar g‘o‘za ekini quruq massasining to‘planishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Mineral o‘g‘itlardan foydalanish bilan solishtirgan ($R_{140}K_{100}$+BAS) variantida o‘rtacha umumiy o‘simlik massasi 14,0 g ga ko‘p, shundan, vegetativ massasi barglari 6,7 g, poyasi 2,6 g, generativ organlari ko‘saklar 0,7 g va paxta hosili 6,2 g ($N_{200}K_{100}$+BAM) variantida esa nazoratga nisbattan quruq massaning o‘sishi o‘rtacha 3,6 g ni tashkil etdi, shundan, barglar 1,0 g, generativ organlar 0,1 g va paxta hosili - 4,2 g bo‘ldi.

G‘o‘zaning oziqa moddalarini singdirish ko‘rsatkichlaridan kelib chiqib, mineral o‘g‘itlardan foydalanilganda 250,65 kg/ga azot, 92,50 kg/ga fosfor va 165,30 kg/ga kaliyni o‘zlashtirishi hisoblab chiqildi. 1 ga uchun bentoammoniyli selitradan foydalanilganda azot 8,80 kg/ga, fosfor 2,55 kg/ga, kaliy esa 5,13 kg/ga nazoratdan yuqori bo‘ldi. Shunga ko‘ra, 1 tonna hosil olish uchun 1,82-5,13 kg oziqa moddalari sarflandi.

G‘o‘zaning haqiqiy ko‘chat qalinligini aniqlash natijalariga ko‘ra, 1-variantda o‘g‘itsiz 79,20 ming dona/ga; 2-variantda mineral o‘g‘itli nazorat variantda 81,50 ming dona/ga; bentoammoniy selitradan foydalanganda ko‘chatlar soni nazoratga nisbatan 0,80 ming dona/ga, bentoammofos qo‘llanganda 0,50 ming dona/ga ko‘p bo‘ldi.



3-rasm. Bentonit bilan modifikatsiyalangan azotli va fosforli o‘g‘itlardan foydalanish natijasida g‘o‘za hosildorligi, o‘rtacha 2019-2020 yillar, s/ga

Dala tajribalari ma'lumotlariga ko'ra, bentonit bilan modifikatsiyalangan azotli va fosforli o'g'itlar qo'llanilganda g'o'zaning o'sishi va rivojlanishi yaxshilanib, hosildorligi ortganligi aniqlandi.

Ikki yillik dala tajribalari natijalariga ko'ra, o'g'itsiz variantda paxtadan o'rtacha 27,8 s/ga hosil olindi, mineral o'g'itlarni qo'llashda ($N_{200}P_{140}K_{100}$ kg/ga) - 32,8 s/ga, bentoammiakli selitra ($P_{140}K_{100}$+BAS) foydalanganda - 38,8 s/ga, bentoammofos ($N_{200}K_{100}$+BAM) 37,3 s/ga, ya'ni qo'shimcha o'rtacha hosildorlik 6,0 va 4,5 s/ga ni tashkil qilgan (3-rasm).

Mineral o'g'itlar qo'llanilganda o'rtacha 32,8 s/ga paxta hosili olinib, uni sotishdan olingan daromad 32882 so'm/ga, yig'im-terimgacha bo'lgan umumiy xarajatlar 27546,8 so'm/ga, sof foyda esa 6237,4 ming so'm/ga, rentabellik darajasi 19,4 foizni tashkil qildi.

Tadqiqot yakunida hosildorlik bilan bog'liq xarajatlar hisoblab chiqildi va sof foyda hisoblandi, chunki olingan natijalar bevosita iqtisodiy samaradorlikka bog'liq bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda Bentoammiakli selitra qo'llanilgan variantda gektariga 38,8 s/ga paxta hosili olinib, uni sotishdan olingan daromad va umumiy xarajatlarni hisobga olingan holda, sof foyda 8090,2 ming so'mni, rentabellik darajasi 26,3 foizni tashkil etib, nazoratga nisbatan 6,9 foizga yuqori bo'lganligi qayd etilgan. Bentoammofos qo'llanilgan variantda esa 37,3 s/ga paxta hosili olinib, sotishdan olingan daromad va umumiy xarajatlar hisobga olinganda, sof foyda 7464,75 ming so'm/ga tashkil etib, rentabellik darajasi 25,0 foizni tashkil qildi, bu nazoratga nisbatan 5,6 foizga yuqori bo'lganligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Dala tajribalarini o'tkazish uslublari. "Uslubiy qo'llanma". O'zPITI–Toshkent; 2007 y. -B.145-147.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.–Москва; Колос,1985 г. С. 317.
3. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевных хлопковых раёнах. –Т.: 1963 г. - С.440.
4. Методика Государственного сортоиспытания селскохозяйственных культур. – Москва; Колос, 1971 г. -С. 239.
5. Методы агрофизических исследований почв Средней Азии -Ташкент. изд. 4 - е дополн. УзНИХИ, 1973 г. -С. 132.
6. Методические рекомендатсии по отсенке качества зерна //- Москва; Агропромиздат, 1987 г. -С. 215.
7. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125803015
8. https://doi.org/10.5281/zenodo.20593226

UO'K: 612.1:612.13

A-51, A-52 VA A-54 POLIFENOL BIRIKMALARINING AORTA SILLIQ MUSKULIGA VAZORELAKSANT HAMDA ANTIGIPERTENZIV TA'SIRINING TAVSIFI

Z.R.Saydaliyeva, o'qituvchi, Central Asian Medical University, Farg'ona

Annotatsiya. *Ushbu maqolada A-51, A-52 va A-54 polifenol birikmalarining kalamush aorta tomir silliq muskullari preparatiga dozaga bog'liq vazorelaksant ta'siri in vitro sharoitida o'rganilgan. Tajribalarda aorta silliq muskullarining qisqarishi yuqori konsentratsiyali giperkalievy rejim (50 mM KCl) yordamida chaqirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, tadqiq etilgan polifenol birikmalari (A-51, A-52, A-54) KCl ta'sirida yuzaga kelgan tonik qisqarishlarni konsentratsiyaga bog'liq ravishda samarali susaytirish xususiyatiga ega. Polifenollarning ushbu vazorelaksant ta'sir mexanizmi silliq muskul hujayralari parda ion kanallari, xususan, potentsialga bog'liq L-tipdagi kaltsiy (Ca_v) kanallari blokadasi va hujayra ichi Ca^{2+} ionlari mobilizatsiyasining pasayishi bilan bog'liqligi muhokama qilinadi.*

Kalit so'zlar: *polifenollar, A-51, A-52, A-54, aorta silliq muskuli, in vitro, KCl, vazorelaksatsiya, kaltsiy kanallari.*

Аннотация. *В данной статье описано дозозависимое вазорелаксантное действие полифенольных соединений A-51, A-52 и A-54 на препараты гладких мышц аорты крыс в условиях in vitro. В экспериментах сокращение гладких мышц аорты вызывалось с помощью гиперкалиевого раствора KCl (50 мМ). Полученные результаты показывают, что исследуемые полифенольные соединения (A-51, A-52, A-54) эффективно подавляют тонические сокращения, вызванные KCl, пропорционально их концентрации. Обсуждается*

механизм вазорелаксантного действия полифенолов, связанный с блокадой потенциалзависимых кальциевых каналов L-типа (Ca_v) в мембране гладкомышечных клеток и снижением мобилизации внутриклеточных ионов Ca^{2+}.

Ключевые слова: *полифенолы, A-51, A-52, A-54, гладкая мышца аорты, in vitro, KCl, вазорелаксация, кальциевые каналы.*

Abstract. *This article describes the dose-dependent vasorelaxant effect of polyphenolic compounds A-51, A-52, and A-54 on rat aortic smooth muscle preparations under in vitro conditions. In the experiments, aortic smooth muscle contractions were induced using a high-potassium KCl solution (50 mM). The obtained results demonstrated that the tested polyphenoles (A-51, A-52, A-54) effectively attenuated KCl-induced tonic contractions in a concentration-dependent manner. The underlying vasorelaxant mechanism of these polyphenols, associated with the blockade of voltage-gated L-type calcium channels (Ca_v) in smooth muscle cell membranes and the reduction of intracellular Ca^{2+} mobilization, is discussed.*

Key words: *polyphenols, A-51, A-52, A-54, aortic smooth muscle, in vitro, KCl, vasorelaxation, calcium channels.*

Kirish: Yurak-qon tomir tizimi kasalliklari, xususan, arterial gipertenziya dunyo bo‘yicha nogironlik va o‘lim holatlarining yetakchi sabablaridan biri bo‘lib qolmoqda. Qon tomirlar tonusining gipertonus holatida saqlanib qolishi arterial bosimning ko‘tarilishi va tomir endoteliysi hamda silliq muskullarining disfunksiyasiga olib keladi. Shu sababli, qon tomirlar silliq muskullarini relaksatsiya qilish (kengaytirish) va miogen tonusni tartibga solishga qaratilgan yangi, yuqori samarali va kam nojo‘ya ta’sirga ega bo‘lgan dori vositalarini qidirib topish va ularning ta’sir mexanizmlarini o‘rganish zamonaviy farmakologiya va biofizikaning dolzarb vazifalaridandir. Tabiiy manbalardan ajratib olingan va sintez qilingan polifenol birikmalar o‘zlarining antigipertensiv, antioksidant va angioprotektor xususiyatlari bilan alohida e’tiborni tortmoqda. Polifenollarning qon tomir silliq muskul hujayralaridagi potentsialga bog‘liq Ca_v kanallari, reseptor boshqaruvidagi ion kanallari va hujayra ichi Ca^{2+} mobilizatsiyasiga ta’sir ko‘rsatish orqali vazorelaksatsiyani chaqirishi turli tadqiqotlarda o‘z tasdig‘ini topgan. Biroq, yangi A-51, A-52 va A-54 polifenol birikmalarining qon tomir tonusiga va ion tashuvchi tizimlariga ta’sir qilish mexanizmlari yetarlicha o‘rganilmagan. Ushbu tadqiqotning maqsadi - in vitro sharoitida kalamush aorta silliq muskuli preparatida high-K^+ (50 mM KCl) eritmasi ta’sirida yuzaga keltirilgan muskul qisqarishlariga A-51, A-52 va A-54 polifenol birikmalarining dozaga bog‘liq vazorelaksant ta’sirini va ularning mumkin bo‘lgan ta’sir mexanizmlarini baholashdan iborat.

Tadqiqot natijalari va muhokamalari: A-51, A-52 va A-54 polifenollarini aorta muskul preperatiga dozaga bog‘liq vazorelaksant ta’siri bayon etilgan. In vitro tajriba sharoitida aorta silliq muskuli preparatida KClning 50 mM eritmasi ta’sirida yuzaga kelgan muskul qisqarishlariga A-51, A-52 va A-54 polifenol brikmalarini dozaga bog‘liq ta’sirlarini kuzatdik. A-51 polifenolining aorta muskul preparatiga vazorelaksant ta’sirining quyi dozasi 5 mkM, maksimal dozasi 60 mkMni tashkil etdi va uning yuqori 60 mkM dozasi ta’sirida aorta muskuli qisqarishlari nazorat (100 %) ga nisbatan 76,0±2,7% ga kamayishi kuzatildi. A-51 polifenolining yarim maksimal ta’sir dozasi (IC50) 31,54 mkMni tashkil qildi. Keyingi tajribalarimizda biz A-52 polifenolini aorta muskul preparatiga ta’sirini kuzatganimizda quyi dozasi 5 mkMdan boshlanib, maksimal 40 mkMda yuqori vazorelaksant faollikni namoyon qildi. Tajribalarimizda, A-52 polifenolining quyi dozasi 5 mkM ta’sirida aorta muskul preparati qisqarish kuchi nazorat (100 %)dan 22,4±3,3%ga, yuqori dozasi 40 mkMda 83,2±3,3%ga kamayishi kuzatildi va uning yarim maksimal ta’sir dozasi (IC50) 16,25 mkMni tashkil qildi. Navbatdagi tajribalarimizda, A-54 polifenolining ham aorta muskuliga dozaga bog‘liq ta’sirini tekshirganimizda, uning minimal dozasi 5 mkMda 37,1±4,0%ga yuqori dozasi 30 mkMda 94,8±4,4%ga kamayishi aniqlandi. Ushbu polifenolning yarim maksimal ta’sir dozasi (IC50) 8,81 mkMni tashkil qildi. *A-51, A-52 va A-54 polifenol brikmalarini aorta silliq muskuliga vazorelaksant ta’siri fonida potensialga bog‘liq faollashuvchi L-tip Ca^{2+} kanallarining o‘rnini baholsh.* Tadqiqotlarda A-51, A-52 va A-54 polifenol brikmalarini aorta silliq muskul preparatiga vazorelaksant ta’siri fonida potensialga bog‘liq faollashuvchi L-tip Ca^{2+} kanallarining o‘rnini

tekshirish maqsadida biz L-tip Ca^{2+}-kanallarining maxsus blokatori hisoblangan – verapamildan foydalandik. Tajriba muhitida aorta silliq muskul preparatini 0,1 mkM verapamil bilan inkubatsiyalab, so‘ng A-51 polifenolini yarim maksimal dozasi (IC_{50}) 31,54 mkMni ta’sirni kuzatganimizda verapamil inkubatsiyasi sharoitida hosil bo‘lgan aorta muskuli qisqarishlarini 15,0±2,7 %ga kamayishi kuzatildi (14-rasm). Keyingi bosqich tajribalarimizda A-52 va A-54 polifenol brikmalarini ham verapamilning 0,1 mkM inkubatsiyasi sharoitida aorta muskuli qisqarishlariga vazorelaksant faolligini kuzatdik. Tajribalarda muhitida verapamil 0,1 mkM inkubatsiyalangan sharoitda A-52 va A-54 polifenollarining yarim maksimal dozalari (IC_{50}) 16,25 va 8,81 mkM ta’sirida aorta muskuli qisqarishlari verapamil ta’sir fonida hosil bo‘gan qisqarishlarni pararel ravishda 25,9±2,4% va 31,3±3,5%ga susaytirishi kuzatildi. *A-51, A-52 va A-54 polifenol brikmalarining aorta muskuli qisqarishlariga vazorelaksant ta’siri fonida retseptorga bog‘liq faollshuvchi.* A-51, A-52 va A-54 polifenol brikmalarini aorta silliq muskuli qisqarishlarida vazorelaksant ta’siri fonida retseptorga oqali faollashuvchi Ca^{2+}-kanallarining rolini aniqlash maqsadida muhitda α_1–adrenoretseptorlarning ingibitori – fentolamin (FA) ta’sir fonida tajribalar olib borildi. Muhitda 10 mkM inkubatsiyasi sharoitida A-51 yuqori 45 mkM dozasini ta’sirini kuzatganimizda 60,0±2,7%ga kamayishi aniqlandi. Shu bilan birga biz tajribalarimizda, A-52 va A-54 polifenollarining ham ta’sirini kuzatdik. Tajribalarda FA fonida hosil bo‘lgan aorta muskuli qisqarishiga A-52 polifenilining yuqori dozasi 45 mkMni ta’sirini kuzatganimizda qisqarish kuchi 51,7±2,3%ga A-54 poliftnoli tasirida 43,2±3,2%ga kamayishi aniqlandi (15-rasm). Ushbu tajriba natijalarining tahlil qilib aytish mumkinki, muhitda FA industrlangan sharoitda A-51 polifenoliga nisbatan A-52 va A-54 poliftnollari ta’sirida aorta silliq muskuli qisqarishini biroz yuqori ekanligi tajribalarda kuzatildi.

A-51, A-52 va A-54 polifenol brikmalarining in vivo tajribalarda sistolik va diastolik qon bosimi dinamikasiga ta’sirini baholash. Ushbu bo‘limda har uch birikmaning *in vivo* faollik jihatlari o‘zaro solishtiriladi, ularning terapevtik potentsiali, optimal dozalari va farmakodinamik profillari umumiy tarzda muhokama qilinadi. Shu orqali A51, A52 va A54 moddalari orasida antihipertenziv faolligi eng samarali, barqaror va xavfsiz bo‘lgan nomzod modda aniqlanadi. A-51 polifenolining 50 mg/kg dozasi qon bosimini pasaytirish bo‘yicha barqarorroq va samaraliroq ta’sir ko‘rsatganligi sababli, aynan shu doza gipertoniya modelida chuqurlashtirilgan eksperimentlar uchun tanlab olindi. Tajribalarda A-52 polifenolining 25 mg/kg dozadagi in vivo tajribalari uning antihipertenziv ta’sirini aniq va barqaror tarzda ko‘rsatdi. Shu asosda, A-52 polfenolining 25 mg/kg dozasi keyingi tajriba bosqichlari, shu jumladan, adrenalin bilan chaqirilgan gipertoniya modelida, chuqur tahlil qilish uchun asosiy doza sifatida tanlab olindi. A-54 polifenolining yurak-qon tomir tizimiga bo‘lgan ta’sirini aniqlash maqsadida olib borilgan in vivo tadqiqotlar, uning 50 mg/kg dozaning terapevtik jihatdan optimal va barqaror antihipertenziv ta’sir ko‘rsatganligi sababli, ushbu doza keyingi adrenalin-induksiya qilingan gipertoniya modelida sinovdan o‘tkazish uchun asosiy doza sifatida tanlab olindi.

A-51, A-52 va A54 polifenol brikmalarni adrenalin bilan chaqirilgan gipertoniya modelida antigipertenziv faolligini eksperimental asosda baholash. Mazkur bo‘limda A-51, A-52 va A-54 polfenollari adrenalin bilan chaqirilgan gipertoniya modelida sinovdan o‘tkazildi. Tajriba boshlanishidan oldin kalamushlarning qon bosimi normal fiziologik me’yorlarda edi. Nazorat guruhidagi hayvonlarda sistolik qon bosimi o‘rtacha 106,3 ± 10,5 mmHg bo‘lib, diastolik bosimi esa 76,8 ± 7,4 mmHg darajasida qayd etildi. Bu qiymatlar sog‘lom kalamushlar uchun tipik hisoblanadi. Adrenalin yuborilganidan 30 daqiqa o‘tgach, barcha guruhlarda qon bosimi keskin oshdi. Bu holat gipertoniya modelining muvaffaqiyatli shakllanganidan darak beradi. Ayniqsa nazorat guruhida SBP 160,5 ± 16,3 mmHg, DBP esa 119,5 ± 11,8 mmHg gacha ko‘tarildi. Boshqacha aytganda, bu bosim ko‘rsatkichlari sog‘lom holatga nisbatan 50% dan ortiq ko‘tarilgan. A-51 guruhi ham adrenalin ta’siridan xoli emas edi - SBP 160,3 ± 11,6 mmHg, DBP esa 130,5 ± 13,1 mmHg ni tashkil etdi (16-rasm A). Biroq, A-52 polifenolini olgan guruhda bu ko‘rsatkichlar ancha past qayd etildi: SBP 136,5 ± 13,5 mmHg, DBP esa 98,5 ± 9,7 mmHg. Bu polifenolning gipertonik javobni susaytirishga sezilarli ta’sir ko‘rsatganini ko‘rsatadi.

Xulosa: A-51, A-52 va A-54 polifenollari aorta silliq muskulida dozaga bog'liq vazorelaksant faollikni namoyon qilib, bunda A-52 va A-54 ning ta'siri asosan L-tip Ca^{2+}-kanallarining, A-51 ning ta'siri esa retseptorga bog'liq Ca^{2+}-kanallari va boshqa Ca^{2+} transport tizimlarining modulyatsiyasi bilan bog'liqligi aniqlandi. Verapamil, fenilefrin va fentolamin ishtirokidagi tajribalar A-52 va A-54 polifenollarining vazorelaksant ta'sirida L-tip Ca^{2+}-kanallari, A-51 polifenolining ta'sirida esa retseptorga bog'liq Ca^{2+}-kanallari hamda muqobil Ca^{2+} transport tizimlari yetakchi molekulyar mexanizmlar ekanligini tasdiqladi. In vivo tadqiqotlar A-51 va A-54 polifenollari uchun 50 mg/kg, A-52 polifenoli uchun esa 25 mg/kg dozasi arterial qon bosimini pasaytirishda eng yuqori antihipertenziv samaradorlikni namoyon qilishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Lippincott, W.W. (2016). *Lippincott's Illustrated Reviews: Physiology* (6th ed.). Wolters Kluwer. Mushak tizimining anatomiyasi va fiziologiyasini ko'plab illyustratsiyaligi.

2. Карпман В,Л, Белоцерковский З.Б. Гудков И.А. «Тесты в спортивной медицине.» Москва, Мир.1991-624 ст.

3. Widmaier, E.P., Raff, H., & Strang, K.T. (2019). *Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function* (15th ed.). McGraw-Hill Education. Mushaklarning faoliyati va ularning qisqarishi jarayonining tushuntirilishi

4. McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2015). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance* (8th ed.). Wolters Kluwer. Mushaklarning qisqarish mexanizmi, energiya ishlab chiqarish va mushaklarning ishlash.

UO'K: 579.66

METAN VA METANOL O'ZLASHTIRUVCHI MIKROORGANIZMLAR DUNYOSI: EKOLOGIK MUVOZANATDAN YASHIL BIOTEXNOLOGIYAGACHA

N.A.Sherbekova, tayanch doktorant, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent

Z.A.Kadirova, dots., Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent

H.X.Karimov, PhD, kat.i.x., O`zRFA Mikrobiologiya instituti, Toshkent

Annotatsiya. *So'nggi yillarda Metan va metanolni o'zlashtiruvchi mikroorganizmlarga (metanotroflar va metilotroflar) bo'lgan qiziqish nafaqat ekologik ahamiyati, balki ularning biotexnologik salohiyati bilan ham bog'liqdir. Metan va metanolni o'zlashtiruvchi bakteriyalar oqsilli yem qo'shimchalari, biopolimerlar (PHB), fermentlar, vitaminlar hamda boshqa yuqori qiymatli mahsulotlarni ishlab chiqarishda istiqbolli biologik platforma sifatida qaralmoqda. Bundan tashqari, ular chiqindi gazlarni qayta ishlash, bioremediasiya jarayonlari va barqaror bioiqtisodiyot konsepsiyasini rivojlantirishda muhim o'rin tutadi.*

Kalit so'zlar: *Metilotroflar, metanotroflar, RuMP (Ribuloza monofosfat), Methylococcus, C1-birikmalari.*

Аннотация. *В последние годы интерес к микроорганизмам, способным усваивать метан и метанол (метанотрофам и метилотрофам), обусловлен не только их экологической значимостью, но и высоким биотехнологическим потенциалом. Бактерии, использующие метан и метанол в качестве источника углерода и энергии, рассматриваются как перспективная биологическая платформа для производства белковых кормовых добавок, биополимеров (ПГБ), ферментов, витаминов и других продуктов с высокой добавленной стоимостью. Кроме того, они играют важную роль в переработке отходящих газов, процессах биоремедиации и развитии концепции устойчивой биоэкономики.*

Ключевые слова: *Метилотрофы, метанотрофы, RuMP (рибулозомонофосфат), Methylococcus, C1-соединения*

Abstract. *In recent years, interest in methane and methanol-degrading microorganisms (methanotrophs and methylotrophs) is associated not only with their ecological importance, but also with their biotechnological potential. Methane and methanol-degrading bacteria are considered a promising biological platform for the production of protein feed additives, bio-polymers (PHB), enzymes, vitamins and other high-value products. In addition, they play an important role in the development of waste gas recycling, bioremediation processes and the concept of a sustainable bio-economy.*

Key words:*Methylotrophs, methanotrophs, RuMP (Ribulose monophosphate), Methylococcus, C1-compounds*

Metilotrofiya - bu mikroorganizmlarga xos bo'lgan metabolik qobiliyat bo'lib, ularga biomassa hosil qilish va uglerod-uglerod aloqalarini o'z ichiga olmaydigan organik substratlardan (metan, metanol va boshqalar kabi C1 birikmalari) energiya olish imkonini beradi [1]. Metanol va metan kabi bir uglerodli substratlardan foydalanadigan mikroorganizmlar biosanoat uchun katta istiqbolga ega bo‘lib, atrof-muhitga sezilarli foyda keltiradi. Metilotroflar kengroq guruh bo‘lib, metanol va boshqa C1-birikmalarni o‘zlashtiradi hamda RuMP (Ribuloza monofosfat) yoki Serin sikli orqali assimilyatsiya qiladi. Ushbu metabolik moslashuvlar ularga turli ekologik muhitlarda yashash imkonini beradi. Metilotroflardan unumli foydalanilgan holatda, biopolimerlardan tortib bioyoqilg‘ilargacha bo‘lgan turli mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun samarali tarzda ishlab chiqilishi va optimallashtirilish mumkin [2]. Bundan tashqari, ayrim metilotrof bakteriyalar o‘simlik bilan assotsiatsiyaga kirishib, PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) sifatida faoliyat ko‘rsatadi va o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiradi. Ular fitogormonlar ishlab chiqarish, stressga chidamlilikni oshirish va rizosfera mikrobiotasini modulyatsiya qilish orqali qishloq xo‘jaligida muhim ahamiyatga ega[3]. Metan oksidlovchi bakteriyalar (MOB) metilotroflar bakteriyalarining ma’lum bir guruhi bo’lib, ekologik jihatdan juda muhim hisoblanadi va shuningdek issiqxona gazlari metanini mikrobial yutuvchi sifatida atmosferaga chiqayotgan metanning 60–90 % gacha qismini oksidlab, global issiqxona effektini kamaytiradi, ayniqsa, botqoqlik ekotizimlarida metan ishlab chiqaruvchi va metan oksidlovchi mikroorganizmlar o‘rtasidagi muvozanat global metan oqimini belgilaydi, biotexnologik maqsadlar uchun ham katta salohiyatga ega. Biroq, qisman mavjud shtammlarning nisbatan sekin o'sish sur'ati tufayli, ularni biotexnologiyada qo'llash hozirgacha qiyinchiliklarga duch kelmoqda [4].

Metilotrof mikroorganizmlarning taksonomik va morfologik xilma-xilligi. Metilotroflar oilasi asosan bir uglerodli birikmalarni uglerod va energiya manbai sifatida ishlatish qobiliyatiga ega bo'lgan obligat va fakultativ aerob mikroorganizmlar jamlanmasidir. Ular turli xil gram-musbat va gram-manfiy shakllar bilan ifodalanadi - quyida oilalarning vakillari; *Pseudomonas, Bacillus, Hyphomicrobium, Protaminobacter, Arthrobacter, Nocardia va boshqalar Hozirgi vaqtda metilotroflar quyidagi taksonomik turkumlar vakillari orasida uchraydi: Acidomonas, Afipia, Albibacter, Aminobacter, Amycolatopsis, Ancylobacter, Angulomicrobium, Arthrobacter, Bacillus, Burkholderia, Flavobacteria, Granulibacter, Hansschlegelia, Hyphomicrobium, Methylarcula, Methylibium, Methylobacillus, Methylobacterium, Methylohalomonas, Methyloligella, Methylonatrum, Methylophaga, Methylophilus, Methylopila, Methylorhabdus, Methylorosula, Methylotenera, Methylovirgula, Methylovorus, Mycobacterium, Paracoccus, Pseudomonas, Xanthobacter*[5].

Haqiqiy metilotrof bakteriyalar *Methylococcaceae* oilasiga mansub bo'lib, ular orasida kokklar va kokkobakteriyalarga o'xshash vegetativ hujayralar (0,7–1,5 × 1,0–1,5 μm) va monadalar va tayoqcha shaklidagi hujayralar (0,5–1,0 × 0,7–2,0 μm) bilan ifodalangan *Methylococcus* avlodlari ham bor. Bu oilani ajratishdagi asosiy taksonomik xususiyat hujayralarning morfologik xususiyatlari va metanni aerob sharoitlarda uglerod va energiyaning yagona manbai sifatida ishlatish qobiliyatidir [6]. *Methylococcaceae* oilasiga tegishli metilotroflar turli morfologiya va hujayra o'lchamlariga ega bo'lgan, harakatlanuvchi yoki harakatsiz shaklga ega bo'lgan gramm-manfiy eubakteriyalardir. Ushbu taksonomik oilaning ba'zi shtammlari kistalar hosil qilishga qodir.

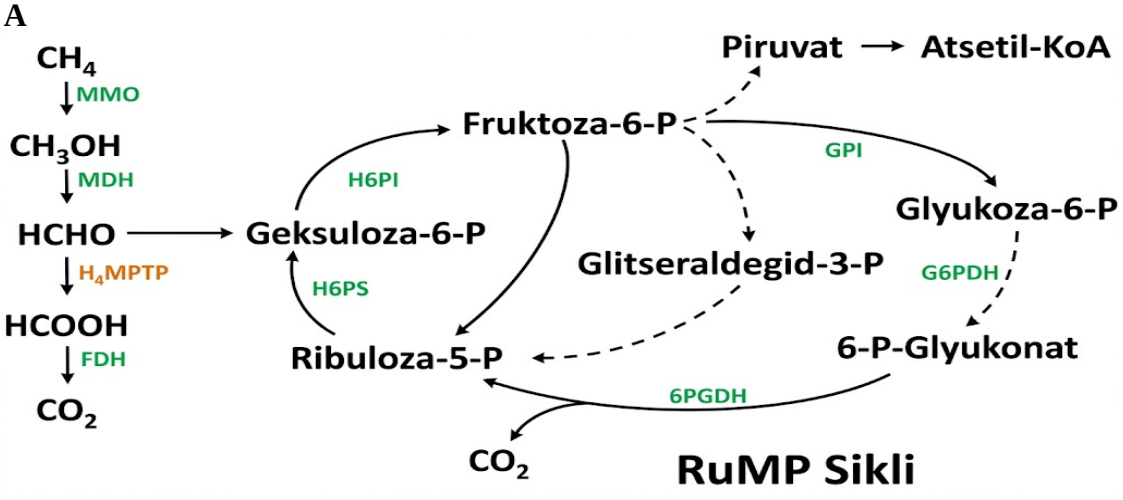
Ugleroddan foydalanish qobiliyatiga ko’ra metilotrof mikroorganizmlar jamoasini ikki asosiy taksonomik kichik guruhga bo’lingan - obligatsiyalangan va fakultativ metilotroflar. Obligatsiyalangan metilotroflar faqat metanol va C1-birikmalarida o'sishga qodir; boshqa substratlarning o'sishi faqat metanol va dimetil efirni saqlab qolishi mumkin. Aksincha, fakultativ metilotroflar nafaqat metanol va metilaminda, balki metan va ba'zi polikarbonli Cn-birikmalarida ham o'sishga qodir. Ko'pincha ular chumoli kislotasida va oz miqdordagi oddiy C2- va C4-birikmalarida ham o’sish qobiliyatiga ega bo’lishadi[5].

Barcha obligat metilotrof bakteriyalar uchun eng yaxshi substratlar metan va metanol hisoblanadi. Yagona uglerod manbai sifatida metan gazidan foydalanuvchi metilotrof bakteriyalar ancha vaqt davomida fakultativ metilotroflar sifatida qaralgan. Keyinchalik bu ajoyib xususiyatga ega bo’lgan bakteriyalarni o’rganish natijasida metanotrof bakteriyalarini o’zini ikkita to'plamga ajratilgan, ular odatda I va II turlar yoki guruhlar deb ataladi. I va II guruh metanotroflari o'zlarining sitoplazmatik membrana ultrastrukturalari, uglerod assimilyatsiya yo'llari, yog' kislotasi, uglerod zanjiri uzunligi va filogeniyasi jihatidan farq qiladi. Turli tadqiqotlarda X guruh deb ataladigan qo'shimcha metanotroflar guruhi ham tasvirlangan. Dastlab, X guruh metanotroflari G+C qiymatlari va sitoplazmatik membrana tarkibi asosida aniqlangan va faqat I guruh metanotrof *Methylococcus* jinsining ba'zi a'zolarini o'z ichiga olgan. Keyinchalik, bu guruhni yanada aniqroq aniqlash uchun boshqa xususiyatlardan foydalanilgan[7]. Bugungi kunda I va II guruhga kiruvchi obligatsiyalangan metilotrof bakteriyalar quyidagi turkumlarga bo'linadi: *Methylococcus, Methylomonas, Methylosinus, Methylocystis, Methylobacillus, Methylophiga, Methylovorus va Methylobacterium.*

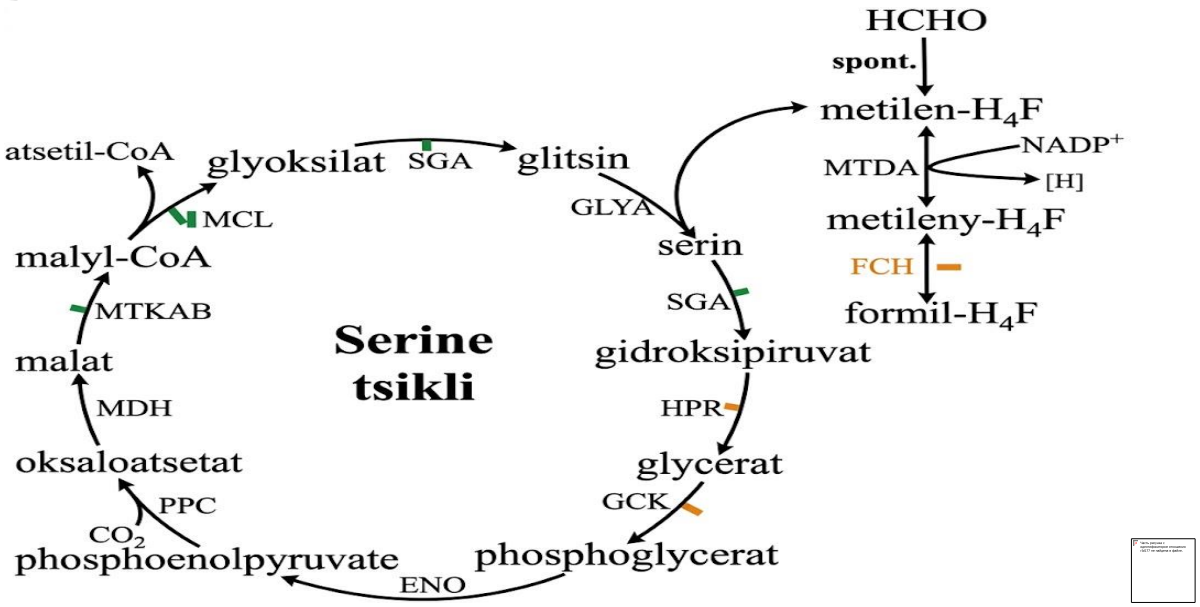
C1-birikmalar utilizatsiyasining metabolik yo‘llari. Ko'pgina metilotrof bakteriyalar uchun keng tarqalgan bitta uglerod (C1) substrati metanoldir, bu bakteriyalarning kichik guruhlari esa metanoldan tashqari metan, metansulfonat, boshqa metillangan oltingugurt turlari, metillangan aminlar va galogenlangan uglevodorodlar - xlorometan, bromometan va dixlorometandan foydalanish qobiliyatiga ega[8].

Metanotroflarda C1-metabolizm metan molekulasini oksidlash va undan hujayra tuzilmalari uchun zarur bo'lgan organik moddalarni sintez qilishdan iborat ketma-ket reaksiyalar majmuasidir[9].Metanning Oksidlanish Bosqichlari. Birinchi bosqich: Metandan Metanolga.Bu bosqich metan oksidlanishining eng qiyin qismi hisoblanadi, chunki metandagi C-H bog'ini uzish uchun juda katta energiya talab qilinadi. Metanning birlamchi oksidlanishi metan mono-oksigenaza (MMO) fermenti tomonidan amalga oshiriladi. MMO fermentining ikki xil turi mavjud: pMMO (Particulate MMO): Hujayra membranasida joylashgan va tarkibida mis ionlarini saqlaydigan ferment. U ko'pchilik metanotroflarda uchraydi va metanga nisbatan yuqori yaqinlikka (affinity) ega[10]. sMMO (Soluble MMO): Hujayra sitoplazmasida erigan holda bo'ladi va tarkibida temir (di-iron) klasterlarini saqlaydi. Bu ferment mis tanqis bo'lgan muhitda sintezlanadi. Ikkinchi bosqich: Metanoldan Formaldegidga (CH3OH -HCHO). Hosil bo'lgan metanol periplazmada Metanol degidrogenaza (MDH) fermenti yordamida formaldegidga oksidlanadi[11]. Uchinchi bosqich; Formaldegid metanotroflar uchun o'ta muhim, ammo zaharli oraliq mahsulotdir. Hujayra uni tezda ikki yo'nalishda sarflaydi:Assimilyatsiya: Formaldegid hujayra biomassasini yaratish uchun RuMP (I tur metanotroflar) yoki Serin (II tur metanotroflar) sikllariga kiradi(1-rasm).Dissimilyatsiya: Agar hujayraga energiya (ATP) kerak bo'lsa, formaldegid format orqali CO2 gacha oksidlanadi.Formaldegid avval Formaldegid degidrogenaza fermenti yordamida formatga (chumoli kislotasi tuzi), so'ngra Format degidrogenaza (FDH) fermenti yordamida yakuniy mahsulot — karbonat angidridga oksidlanadi**.** Ushbu yakuniy bosqichda NADH hosil bo'ladi, bu esa o'z navbatida birinchi bosqichda metanni oksidlash uchun zarur bo'lgan qaytaruvchi kuchni ta'minlaydi[1].

A



B



1-rasm. A) RuMP sikli (Ribuloza monofosfat), B) Serin sikli

Ekologik funksiyalar va global uglerod siklidagi o'rni. Metanotroflar biosferada "metan filtri" degan nomni olgan, chunki ular anaerob muhitlarda (masalan, botqoqliklar, sholipoyalar, dengiz tubi) metanogenlar tomonidan hosil qilingan metanning 50-90% ini atmosferaga ko'tarilmasidan oldin yutib yuboradi[12]. Tuproq va suv ekotizimlarida ular nafaqat metan miqdorini nazorat qiladi, balki mikrobial tarmoqlarda muhim oziq manbai hisoblanadi[13].Metanotroflar ajratib chiqaradigan metanol, organik kislotalar va ekzopolimerlar atrof-muhitdagi boshqa geterotrof mikroorganizmlar yashashi uchun sintrofik sharoit yaratadi. So'nggi izlanishlar azot fiksatsiya qiluvchi metanotroflarning ozuqa moddalari kam bo'lgan (oligotrof) tuproqlarni azot bilan boyitishdagi muhim rolini ham tasdiqladi[14].

Biotexnologik potensial va sanoatda qo‘llanilishi. Metan arzon, keng tarqalgan va xomashyo sifatidagi C1 birikma bo'lganligi sababli, metanotroflardan yuqori qiymatli bio-mahsulotlar ishlab chiqarishda foydalanish sanoat miqyosida katta ahamiyat kasb etadi[15].

Yagona Hujayrali Oqsil (Single Cell Protein - SCP): Metanotroflar biomassa tarkibida yuqori miqdorda (60-70%) sifatli oqsil saqlaydi[16]. *Methylococcus capsulatus* kabi shtammlardan chorvachilik va baliqchilik uchun oqsilga boy, ekologik toza oziq-ovqat qo'shimchalari ishlab chiqarish texnologiyalari allaqachon tijoratlashtirilgan[17].

Bioplastiklar (PHA/PHB): II tur metanotroflar (masalan, Methylosinus trichosporium) oziq moddalar (azot yoki fosfor) yetishmagan ekstremal sharoitda uglerodni Polyhydroxybutyrate (PHB) kabi biologik parchalanuvchi polimerlar shaklida zaxiralaydi. Bu neftdan olinadigan sintetik plastmassalarga ajoyib muqobildir[15].

Bioremediatsiya: MMO fermentining yuqori substrat no-spetsifikligi tufayli, metanotroflar zaharli va xlorlangan uglevodorodlarni, xususan, kanserogen trixloretilenni (TCE) zararsizlantirish (ko-metabolizm) xususiyatiga ega[18].

Metilotrof va metanotrof mikroorganizmlar noyob C1-metabolizmi tufayli tabiatdagi eng muhim biogeokimyoviy sikllarni boshqaruvchi drayverlar hisoblanadi[19]. Ularning fiziologiyasi va genetik arxitekturasini tushunish iqlim o'zgarishlarini yumshatish strategiyalarini ishlab chiqishga xizmat qiladi[12]. Shu bilan birga, zamonaviy sintetik biologiya va metabolik muhandislik yordamida metanotroflardan issiqxona gazlarini qayta ishlash asosida bioplastiklar, bioyoqilg'i va oqsillar olish sayyoramizda aylanma iqtisodiyotni (circular economy) rivojlantirishning ulkan istiqbollarini ochib beradi.

Xulosa va kelajakdagi istiqbollar. Metan va metanol o‘zlashtiruvchi mikroorganizmlarning (metanotrof va metilotroflar) global uglerod davriy aylanishini barqarorlashtirish hamda zamonaviy yashil biotexnologiyani tashkil qilishda muhim ahamiyat kasb etishadi.Tabiatda issiqxona gazlarining asosiy komponenti bo’lgan metanni biologik utilizatsiya qilish orqali ushbu mikroorganizmlar

sayyoramizdagi ekologik muvozanatni saqlashda muhim filtr vazifasini bajarishadi. Metan va metanol o'zlashtiruvchi mikroorganizmlar texnologiyasini sanoat darajasiga olib chiqish va ularning samaradorligini oshirish uchun kelajakda quyidagi yo'nalishlarda tadqiqotlarni chuqurlashtirish talab etiladi: Ekstremofil va termofil shtammlarni izolyatsiya qilish, metobolik muhandislik va genetik modifikatsiya qilish, sanoat bioreaktrlarini optimallashtirish va boshqalar.

Xulosa qilib aytganda, C1-bakteriyalar biotexnologiyasini fundamental darajadan amaliy-sanoat miqyosiga o'tkazish kelajakda neft-kimyo sanoatiga bo'lgan qaramlikni kamaytirish va ekologik toza, "yashil" kelajakni qurish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Chistoserdova, L. (2011). Modularity of methylotrophy, revisited. Environmental Microbiology, 13(10), 2603-2622

2. Dominic Sauvageau, Shibashis Das, Lisa Y Stein, Maryssa Iacobelli , Elizabeth Arenas , Mark Lawley, Marina Lazic, Fabián L Rondón, and Cerrise Weiblen. Industrializing methanotrophs and other methylotrophic bacteria: from bioengineering to product recovery. Current Opinion in Biotechnology 2024.

3. Knief, C. (2015). Diversity and habitat preferences of cultivated and uncultivated aerobic methanotrophic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology, 81*(16), 5400–5409. https://doi.org/10.1128/AEM.01085-15

4.Sven Hoefman, David van der Ha, Paul De Vos, Nico Boon and Kim Heylen, Miniaturized extinction culturing is the preferred strategy for rapid isolation of fast-growing methane-oxidizing bacteria. Microbial Biotechnology (2012)

5. Oleg Mosin and Ignat Ignatov, Metabolism and Physiology of Methylotrophic Microorganisms, Journal of Medicine, Physiology and Biophysics 2014

6.Trocenko, Y.A. (1987) Biochemistry and physiology of methylotrophic microorganisms / in Collection of scientific articles of USSR Academy of Sciences. – Pushchino: Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, P. 25.

7. Jens Schrader, Martin Schilling, Dirk Holtmann, Dieter Sell, Murillo Villela Filho, Achim Marx and Julia A. Vorholt. Methanol-based industrial biotechnology: current status and future perspectives of methylotrophic bacteria.2008 Elsevier

8. John P. Bowman, Lindsay Sly, Peter D. Nichols and A. C. Hayward Revised Taxonomy of the Methanotrophs: Description of *Methylobacter* gen. nov., Emendation of *Methylococcus*, Validation of *Methylosinus* and *Methylocystis* Species, and a Proposal that the Family *Methylococcaceae* Includes Only the Group I Methanotrophs. Systematic and Evolutionary Microbiology, 1993.

9. Trotsenko, Y. A., & Murrell, J. C. (2008). Metabolic aspects of aerobic methanotrophy. Advances in Applied Microbiology, 63, 221-255

10. Sirajuddin, S., & Rosenzweig, A. C. (2015). Enzymatic oxidation of methane. Biochemistry, 54(14), 2283-2294.

11. Anthony, C. (1982). *The biochemistry of methylotrophs*. Academic Press.

12. Conrad, R. (2009). The global methane cycle: recent advances in understanding the microbial processes involved. Environmental Microbiology Reports, 1(5), 285-292.

13. Jiang, W., Hernández Villamor, D., Peng, H., Chen, J., Liu, L., Haritos, V., & Ledesma-Amaro, R. (2021). *Metabolic engineering strategies to enable microbial utilization of C1 feedstocks*. Nature Chemical Biology, 17, 845–855

14. Bodelier, P. L. E., & Laanbroek, H. J. (2004). Nitrogen as a regulatory factor of methane oxidation in soils and sediments. FEMS Microbiology Ecology, 47(3), 265-277.

15. Strong, P. J., Kalyuzhnaya, M. G., Silverman, J., & Clarke, W. P. (2015). A methanotroph-based biorefinery: potential scenarios for generating multiple products from a single fermentation. Bioresource Technology, 215, 314-323.

16. Kalyuzhnaya, M. G., Puri, A. W., & Lidstrom, M. E. (2015). Metabolic engineering in methanotrophic bacteria. Metabolic Engineering, 29, 142-152.

17. Hwang, I. Y., Lee, S. H., Choi, Y. S., Park, S. J., Na, J. G., & Lee, E. Y. (2014). Biocatalytic conversion of methane to methanol as a key step for development of methane-based biorefineries. Journal of Microbiology and Biotechnology, 24(12), 1597-1605.

18. Alvarez-Cohen, L., & Speitel, G. E. (2001). Kinetics of aerobic cometabolism of chlorinated solvents. Biodegradation, 12(2), 105-126.

19. Ludmila Chistoserdova. Marina G Kalyuzhnaya, Mary E Lidstrom. The Expanding World of Methylotrophic Metabolism. July 2009 Annual Review of Microbiology 63(1):477-99

UDC: 579.61

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ANTIMICROBIAL PROTEINS AGAINST GYNECOLOGICAL PATHOGENS

Kh.A.Sohibnazarova, Senior researcher, Center for advanced technologies, Tashkent
A.M.Abdunabiev, Junior researcher, Center for advanced technologies, Tashkent
Sh.M.Umarova, Junior researcher, Center for advanced technologies, Tashkent
Y.O.Abduvohidova, Intern-researcher, Center for advanced technologies, Tashkent
Sh.U.Urmonalieva, Intern-researcher, Center for advanced technologies, Tashkent
A.K.Safarov, Assistant Professor, Navoi State University, Navoi
S.A.To'rayeva, student, Bukhara State Medical Institute, Bukhara

Annotatsiya. *Sut achituvchi bakteriyalar tomonidan ishlab chiqariladigan antimikrob oqsillar turli sohalarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan biologik faol moddalardir. Ular, ayniqsa, antibiotiklarga chidamlilikning ortishi sharoitida, vaginal infeksiyalarning (VTI) oldini olish uchun profilaktik antibiotiklarga alternativa sifatida taklif qilingan.*

Ushbu tadqiqotda Lactobacillus fermentum bakteriyalari tomonidan sintezlangan antimikrob peptidlarning ginekologik infeksiyalari bo'lgan bemorlardan ajratilgan opportunistik gramm-musbat va gramm-manfiy patogenlarga qarshi faolligi o'rganildi.

Kalit so'zlar: *Ginekologik infeksiya, antimikrob oqsillar, Lactobacillus fermentum, E.coli.*

Аннотация. *Антимикробные белки, продуцируемые молочнокислыми бактериями, являются биологически активными веществами с потенциальным применением в различных областях. Они были предложены в качестве альтернативы профилактическим антибиотикам для предотвращения вагинальных инфекций (ВТИ), особенно в контексте растущей антибиотикорезистентности.*

В данном исследовании изучалась активность антимикробных пептидов, синтезируемых бактериями Lactobacillus fermentum, против условно-патогенных грамположительных и грамотрицательных патогенов, выделенных от пациентов с гинекологическими инфекциями.

Ключевые слова: *гинекологическая инфекция, антимикробные пептиды, Lactobacillus fermentum, E.coli.*

Abstract. *Antimicrobial proteins produced by lactic acid bacteria are biologically active substances with potential applications in various fields. They have been proposed as an alternative to prophylactic antibiotics for the prevention of vaginal infections (VTIs), especially in the context of increasing antibiotic resistance. Antimicrobial proteins differ from other biologically active substances in their selective action.*

This study investigated the activity of antimicrobial peptides synthesized by Lactobacillus fermentum bacteria against opportunistic Gram-positive and Gram-negative pathogens isolated from patients with gynecological infections.

Key words: *Gynecological infection, antimicrobial proteins, Lactobacillus fermentum, E. coli*

Introduction. In recent years, the increasing prevalence of antibiotic resistance among urogenital pathogens has emerged as one of the most important challenges facing modern gynecology and global healthcare systems. This crisis has necessitated the urgent search for alternative, safe, and biocompatible antimicrobial agents that can eliminate pathogens without disrupting the delicate vaginal ecosystem. Among the most promising candidates are bacteriocins, ribosomally synthesized antimicrobial peptides produced by various microorganisms, in particular vaginal lactic acid bacteria (LAB), such as Lactobacillus species [1]. Bacteriocins have the targeted ability to inhibit or completely eliminate the growth of opportunistic and pathogenic microorganisms responsible for pelvic and vaginal dysbiosis [2].

Bacteriocins produced by vaginal LAB vary considerably in molecular weight, structural conformation, degree of post-translational modification, and stability in the biochemical dynamics of the vaginal microenvironment [4]. Their antimicrobial spectrum can be either finely tuned or broad

[4]. Importantly, most of the bacteriocins synthesized by protective vaginal Lactobacillus strains exhibit potent inhibitory and antibiofilm activity against well-known Gram-positive and Gram-negative gynecological pathogens, such as Staphylococcus aureus, Streptococcus agalactiae (group B Streptococcus), Gardnerella vaginalis, and various anaerobic strains associated with bacterial vaginosis (BV) [5].

The targeted mode of action, high stability at various physiological vaginal pH levels, and non-toxic profile toward human vaginal epithelial cells provide significant clinical advantages over conventional broad-spectrum antibiotics. By selectively targeting pathogens and preserving the local protective lactoflora, bacteriocins offer a highly potential therapeutic strategy for preventing recurrent vulvovaginal infections and restoring microbial homeostasis. However, key challenges remain, such as increasing their stability in the presence of vaginal proteases, optimizing large-scale bioproduction through advanced expression systems, and maximizing synergistic effects with existing biopharmaceuticals. As a result, the integration of genetic engineering, targeted drug delivery systems, and nanotechnological formulations represents one of the most relevant and progressive directions for future bacteriocin research in reproductive medicine.

This article investigates the specific effects of antimicrobial proteinaceous substances produced by Lactobacillus fermentum against gynecological pathogens.

Methods.

Isolation and identification of bacteria from gynecological infections.

This study was conducted on 200 vaginal specimens collected from the outpatient departments (OPD) of City Clinical Hospital No. 1 (Tashkent), whose diagnosis was confirmed as bacterial vaginosis. The corresponding vaginal specimens were cultured on Mueller Hinton Agar (Himedia) soft agar (0.7% agar-based tryptic soy broth, BBL, Microbiology Systems, Md) under aerobic conditions at 37℃ for 18–24 h. To isolate lactobacteria from vaginal specimens, MRS(Himedia) broth medium was used to culture at 37℃ for 18–24 h.

Bacterial culture conditions, growth and isolation. A highly active lactobacillus isolate was inoculated into 5 ml of MRS broth (Himedia) and cultured under anaerobic conditions at 37°C for 24 hours. Pathogenic bacteria isolated from gynecological samples were inoculated into 5 ml of BHI broth (Himedia) nutrient medium. They were cultured in a thermostat at 37°C for 24 hours. To determine the activity, they were diluted in PBS to ~10^6 CFU/ml.

Antimicrobial peptide activity of *L. fermentum.*

The antimicrobial spectrum of 6 L. fermentum strains isolated from vaginal microflora was tested against Gram-positive and Gram-negative strains and some fungal strains using agar dot assay. The cell-free supernatant of L. fermentum strains grown overnight in 5 ml MRS broth (HiMedia, India) was isolated. The cell-free supernatant was obtained by centrifugation of the culture at 7000 × g for 20 min at 4°C and after adjusting the pH of the supernatant to 6.8 ± 0.2 with 1 M sodium hydroxide (NaOH), the antimicrobial activity was tested using agar dot diffusion. The activity of the supernatant obtained from the isolates was assessed by measuring the diameters of the inhibition zones.

Results. An analysis of the antimicrobial peptide activity of the selected *Lactobacillus fermentum* strains against pathogenic microorganisms revealed specific variations in their efficacy against Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria, and fungi (Fig-1). According to the results, the *L. fermentum 36C* strain exhibited the highest activity, demonstrating inhibitory effects against all 10 tested Gram-positive bacteria, which corresponds to 100% activity. Furthermore, this strain was effective against 5 of the Gram-negative bacteria, achieving a 50% success rate, and displayed 100% activity against fungi.

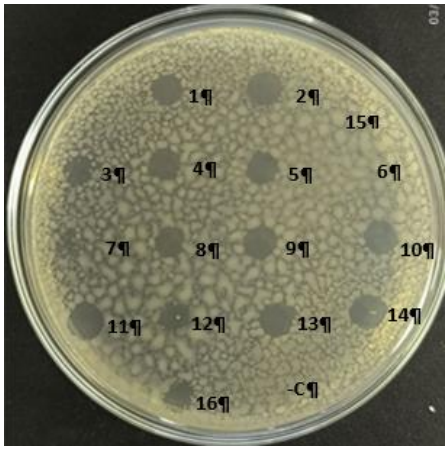
The *L. fermentum R39.2* and *L. fermentum 57C* strains both exhibited 70% activity against Gram-positive bacteria. However, their antifungal efficacy differed significantly: the *L. fermentum R39.2* strain showed 67% activity, whereas the L. fermentum 57C strain demonstrated 100% activity against fungi. Regarding Gram-negative bacteria, both strains recorded an activity level of 30%.

The *L. fermentum R-69.1* strain exhibited 80% activity against Gram-positive bacteria, 40% against Gram-negative bacteria, and 100% against fungi. These findings underscore the high

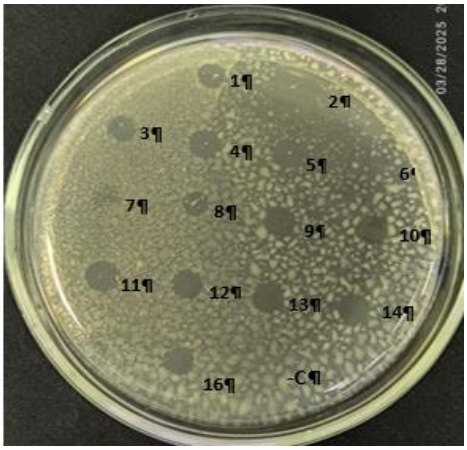
antagonistic potential of this strain, particularly against Gram-positive bacteria and fungi. The *L. fermentum 48.3C* strain also demonstrated high efficacy, recording 90% activity against Gram-positive bacteria, 50% against Gram-negative bacteria, and 83% against fungi. Lastly, the *L. fermentum R-90.1* strain showed 80% activity against Gram-positive bacteria, 30% against Gram-negative bacteria, and 83% against fungi (Table-1).

Table-1

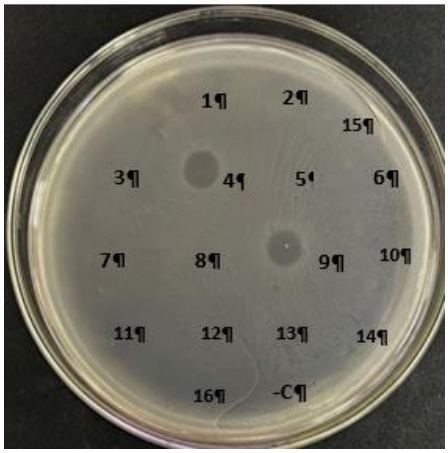
L. fermentum strains	Gram-positive bacteria count	Gram+ %	Gram-negative bacteria count	Gram- %	Fungi count	Fungi %
L. fermentum 36C	10	100%	5	50%	6	100%
L. fermentum R39.2	7	70%	3	30%	4	67%
L. fermentum 57C	7	70%	3	30%	6	100%
L. fermentum R-69.1	8	80%	4	40%	6	100%
L. fermentum 48.3C	9	90%	5	50%	5	83%
L. fermentum R-90.1	8	80%	3	30%	5	83%



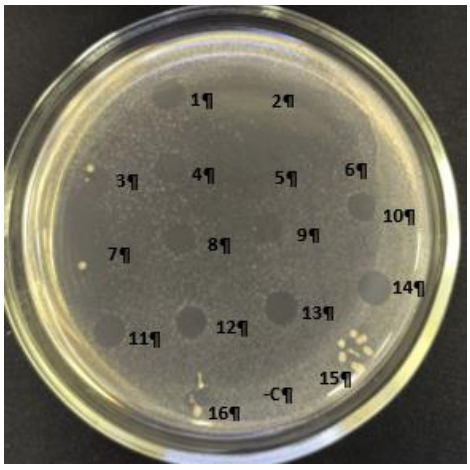
C.galabrata R-37



C.albicans -34



E.faecalis



S.aureus

Figure-1 Bacteriocinogenic activity of lactobacteria against pathogens

Conclusions. The studied *L. fermentum* strains were highly active against Gram-positive bacteria and fungi, but showed lower activity against Gram-negative bacteria. Among the strains, *L. fermentum 36C* had the highest indicators, showing 100% activity against Gram-positive bacteria and fungi. At the same time, *L. fermentum 48.3C* strain was also among the strains that showed high results against Gram-positive and Gram-negative bacteria. The results obtained are important in assessing the probiotic and antimicrobial properties of *L. fermentum* strains, indicating their potential use as biologically active agents against pathogenic microorganisms.

REFERENCES:

1. Cotter, P. D., Ross, R. P., & Hill, C. (2013). Bacteriocins — a viable alternative to antibiotics? *Nature Reviews Microbiology*, 11(2), 95-105.

2. Silva, C. C., Silva, S. P., & Ribeiro, S. C. (2018). Application of bacteriocins and protective cultures in agricultural and food production. *Frontiers in Microbiology*, 9, 594.

3. Alvarez-Sieiro, P., Montalbán-López, M., Mu, D., & Kuipers, O. P. (2016). Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(7), 2939-2951Acedo, J. Z., Chiorean, S., Vederas, J. C., & van Belkum, M. J. (2018). The expanding structural diversity of bacteriocins from lactic acid bacteria. *Biochemical Society Transactions*, 46(3), 649-656.

4. Yang, S. C., Lin, C. H., Sung, C. T., & Fang, J. Year. (2014). Antibacterial activities of bacteriocins: application in foods and pharmaceuticals. *Frontiers in Microbiology*, 5, 241.

5. Khonsuluv A. Sohibnazarova et al, 2026 Purification and characterization of plantaricin K-2 from Lactiplantibacillus plantarum K-2 isolated from locally fermented cabbage, Journal of Applied Biology & Biotechnology DOI: 10.7324/JABB.2026.269482

6. Perez, R. H., Zendo, T., & Sonomoto, K. (2014). Novel bacteriocins from lactic acid bacteria (LAB): various structures and applications. *Microbial Cell Factories*, 13(1), S3.

UO'K 579.68

O'ZBEKISTONNING XO'JAIKON VA XO'JAIPOK EKSTREMAL KO'LLARINING GIDROKIMYOVIY XUSUSIYATLARI ASOSIDA MIKROBIOM TARKIBINI TAHLIL QILISH VA BIOTEXNOLOGIK SALOHIYATINI BAHOLASH

G.A.Suyunova, tayanch doktorant, O'zRFA Mikrobiologiya instituti, Toshkent
Q.D. Davronov, akademik,b.f.d., O'zRFA Mikrobiologiya instituti, Toshkent
B.I. Turayeva, b.f.n., k.i.x, O'zRFA Mikrobiologiya instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Surxondaryo va Qashqadaryo viloyatlarida joylashgan, yuqori minerallashgan hamda oltingugurtga boy Xo'jaikon va Xo'jaipok ko'llarining fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari asosida ulardagi mikroorganizmlar va ularning biotexnologik salohiyati tahlil qilindi. Adabiyotlar tahliliga ko'ra, ushbu o'ziga xos ekstremal muhitlarda galofil arxeyalar, galofil bakteriyalar, oltingugurt oksidlovchi va sulfat qaytaruvchi mikroorganizmlar yashashi aniqlandi.*

Kalit so'zlar: *ekstremofil mikroorganizmlar, galofillar, oltingugurt bakteriyalari, sho'r ko'llar, biotexnologiya, mikrobiom, Xo'jaikon, Xo'jaipok.*

Аннотация. *В данной статье на основе физико-химических показателей высокоминерализованных и богатых серой озер Ходжаикон и Ходжаипок, расположенных в Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях, проанализированы обитающие в них микроорганизмы и их биотехнологический потенциал. Согласно анализу литературы, было выявлено, что в этих уникальных экстремальных средах обитают галофильные археи, галофильные бактерии, сероокисляющие и сульфатредуцирующие микроорганизмы.*

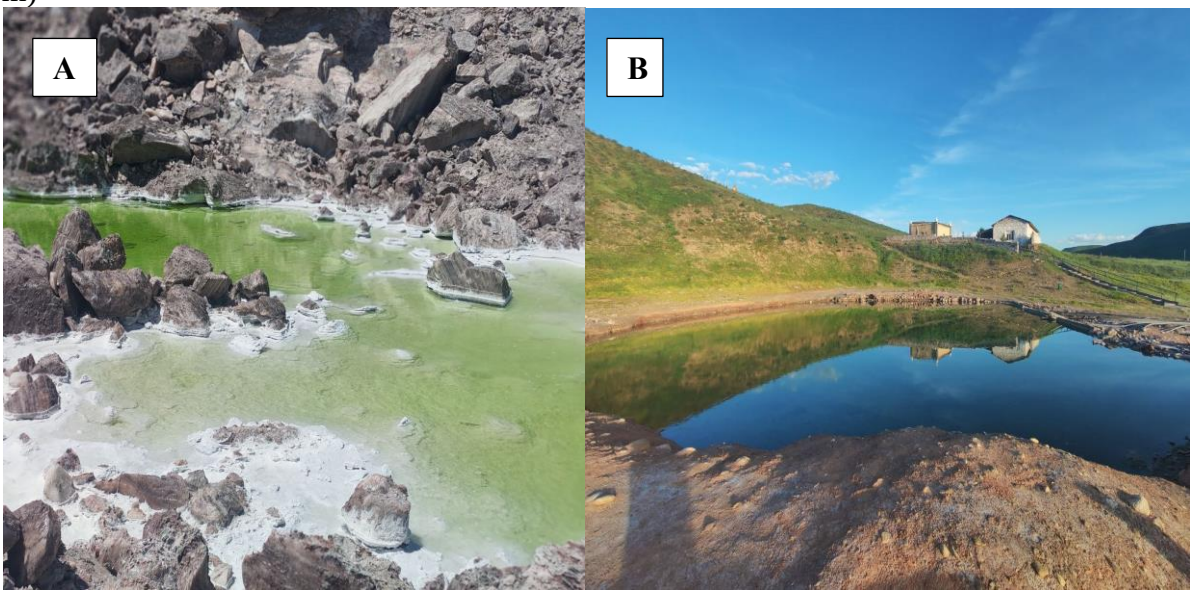
Ключевые слова: *экстремофильные микроорганизмы, галофилы, серные бактерии, соленые озера, биотехнология, микробиом, Ходжаикон, Ходжаипок.*

Abstract. *This article analyzes the microorganisms and their biotechnological potential in the Khojaikon and Khojaipok lakes, located in the Surkhandarya and Kashkadarya regions, based on the physicochemical parameters of these highly mineralized and sulfur-rich environments. According to the literature review, it was determined that these unique extreme habitats host halophilic archaea, halophilic bacteria, sulfur-oxidizing, and sulfate-reducing microorganisms.*

Key words: *extremophilic microorganisms, halophiles, sulfur bacteria, salt lakes, biotechnology, microbiome, Khojaikon, Khojaipok.*

Kirish. Dunyo bo'yicha ekstremal muhitlar mikroorganizmlarning noyob xilma-xilligini saqlovchi ekotizimlar sifatida katta qiziqish uyg'otmoqda. Sho'r ko'llar keng ko'lamli ilmiy tadqiqotlar uchun noyob obyektlar hisoblanadi. Yuqori sho'rlik, oltingugurt birikmalarining ko'pligi, pH va haroratning o'ziga xosligi tufayli bunday hududlarda faqat maxsus moslashgan mikroorganizmlar yashay oladi. Ushbu organizmlar tomonidan ishlab chiqariladigan fermentlar va metabolitlar farmatsevtika, oziq-ovqat, qishloq xo'jaligi hamda ekologik texnologiyalarda keng qo'llanilmoqda.

O‘zbekiston hududidagi Xo‘jaikon va Xo‘jaipok ko‘llari yuqori minerallashgan ekstremal suv havzalari bo‘lib, ularning mikrobiologik salohiyati hozirgacha yetarlicha o‘rganilmagan. Xojaikon ko’li O’zbekistonning Surxondaryo viloyati, Sherobod tumanida Ko’hitang tog’ tizmasi etaklarining janubi-sharqiy yonbag‘rida dengiz sathidan 1200 metr balandlikda joylashgan. Mahalliy aholi bu ko’l suvidan turli teri kasalliklarini davolashda foydalanishadi. Xo’jaipok ko’li Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumani Xo’jaipok qishlog’i hududida joylashgan. Bu ko’l ham o’zining mineral moddalarga boyligi bilan mashhur. Bu ko’l suvi tarkibida oltingugurt miqdori yuqori bo’lib, ko’l suvi shamollash bilan bog‘liq kasalliklar, revmatoid (bod kasalligi), poleartrit, turli teri kasalliklari, asab tizimi, umurtqa osteoxondrozi, umurtqa grijasi va boshqalarni davolashda shifo sifatida foydalaniladi (1-rasm)



1-расм. A-Xo’jaikon ko’lining umumiy ko’rinishi B-Xo’jaipok ko’lining umumiy ko’rinishi.

Xo‘jaikon va Xo‘jaipok ko‘llarining gidrokimyoviy tarkibi va tuzlilik darajasi turlicha bo‘lib, ularning mikrobiomini o‘rganish biotexnologiya va ekologiya sohalari uchun ahamiyatli bo‘lgan yangi, noyob mikroorganizmlar shtammlarini aniqlash hamda ularning biologik salohiyatini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Yuqoridagi ko’llarda asosan galofil va galotolerant mikrorganizmlari uchraydi. Bu mikroroganizmlar biotexnologiya, oziq-ovqat va ekologiya sohalarida keng qo’llaniladi. Biotexnologiyada galofil mikroorganizmlarni qo‘llashning asosiy afzalligi- ularni begona mikroflora mavjudligida ham o’stira olish imkoniyatidir[1]. Tabiiyki, bunday jarayon o’stirish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Xo‘jaikon va Xo’jaipok ko‘llarida uchrashi mumkin bo‘lgan galofil mikroorganizmlar amilaza, proteaza, lipaza va DNK-polimeraza kabi sanoat fermentlari ishlab chiqarish uchun istiqbolli manba hisoblanadi[2]. Bundan tashqari, ular karotinoid pigmentlar va bioplastik sintezida ham qo‘llanilishi mumkin [3]. Hozirgi kunda galofil mikroorganizmlardan keng miqyosda biotexnologiya tarmoqlarida qo’llash uchun tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, galofil mikroorganizm bo‘lgan *Pseudomonas* ANCC 55940 kulturasi tomonidan sintezlanadigan gidantoinaza yordamida **D-(-)-N-karbamoilfenilglitsin** olish usuli ma’lum. **D-(-)-N-karbamoilfenilglitsin** farmatsevtika sanoatida yarimsintetik antibiotiklar, peptidlar va gormonlar sintezi uchun oraliq mahsulot sifatida zarur hisoblanadi [4].

Sho‘rlangan botqoqlikdan ajratib olingan *Alteromonas sp.* (ATCC 4396) kulturasi agaraza fermentining eng istiqbolli produtsenti hisoblanadi. Ushbu kultura ozuqa muhitining keng pH, harorat va yuqori tuz miqdori diapazonida yaxshi o‘sadi. Antarktidaning yuqori sho‘rlangan suv havzalari anaerob cho‘kindi qatlamlaridan ajratib olingan– *Psychromonas antarcticus*ning amilolitik qobiliyatidan biotexnologik ishlab chiqarishda kraxmalni past haroratda gidroliz qilishda foydalanish mumkin. Galofil alfa-amilaza produtsenti bo‘lgan *Halobacterium salinarum*ning tirik hujayralari alginat sharchalari va polivinil spirti plyonkalariga immobilizatsiya qilinganda hujayralar osmotik jihatdan barqaror bo‘lib, 45 kun davomida o‘z faolligini saqlab qolgan. AQSHning Utah shtatidagi

Katta sho‘r ko‘ldan ajratib olingan *Halorhabdus utahensis* galofil arxebakteriyasi NaCl konsentratsiyasi 0 dan 30 % gacha bo‘lgan oziqa muhitida faol bo‘lgan ksilanaza va ksilozidaza fermentlarini sintez qiladi. Bu fermentlarning maksimal faolligi 27–30 % NaCl konsentratsiyasida namoyon bo‘lgan. Yuqoridagi ma’lumotlardan ko’rinib turibdiki, galofil mikroorganizmlarning fermentativ faolligi boshqa mikroorganizmlarga qaraganda ancha chidamli va iqtisodiy samaradorligi yuqori[5].

Organik chiqindilarni utilizatsiya qilishda ham galofil mikroorganizmlar bir qancha afzalliklarga ega. Mo‘tadil galofil bo‘lgan *Halomonas sp.* bakteriyasi yordamida oqova suvlarning tuzli eritmalaridagi fenol chiqindilarini parchalash jarayoni samarali amalga oshiriladi. *Halomonas sp.*bakteriyasi fenol konsentratsiyasi 0,1 g/l dan oshmasa, uni yagona uglerod va energiya manbai sifatida foydalanishga qodir. Bu jarayon NaCl konsentratsiyasining 1 dan 14 % gacha bo‘lgan keng diapazonida kechadi, optimal ko‘rsatkich esa 5 % ni tashkil etadi. Tuproqlarni zaharli organik birikmalardan qayta tiklash va tozalash uchun galofil, metan o‘zlashtiruvchi *Methylomicrobium sp.* shtammi patentlangan. Tarkibida 2–6 % NaCl bo‘lgan suvli muhitdagi trixloretilen ushbu kultura tomonidan deyarli to‘liq parchalangan va qisman o‘zlashtirilgan. Xo‘jaipok ko‘lining oltingugurtli mikroorganizmlari esa og‘ir metallar bilan ifloslangan hududlarni biologik tozalash, sulfidli chiqindilarni utilizatsiya qilish, bioleaching va bioremediatsiya texnologiyalarida muhim ahamiyatga ega [6].

Hozirgi kunda galofil va galotolerant mikrorganizmlar sanoatda keng miqyosda foydalanib kelinmoqda. Jumladan, *Halobacterium salinarum*, *Halococcus sp.* va *Bacillus sp.* bakteriyalaridan sharqona baliq sousi (*nam pla*) ishlab chiqarishda qo‘llanilib kelinmoqda, bu fermentatsiya konsentrlangan sho‘r suvda amalga oshadi. Gomofermentativ sut kislotasi bakteriyasi *Tetragenococcus halophila* esa Indoneziya soya sousi (*kesap*) olish texnologiyasining tuzlama bosqichida foydalaniladi. Bu jarayon 18 % li tuz konsentratsiyasida olib boriladi [7]. Galofil yashil suvo‘t bo‘lgan *Dunaliella* turlaridan tabiiy ozuqaviy qo‘shimchalar, ***beta***-karotin va vitaminlar olish, hamda biosensorlarda qo‘llash uchun *Halobacterium* arxeya turlaridan olinadigan bakteriorodopsin oqsilini saqlovchi binafsha membranali ikki o‘lchamli plyonkalar ishlab chiqarish hozirgi kundagi zamonaviy yondashuvlar hisoblanadi. *Halobacterium*dan olinadigan bakteriorodopsinga daxldor 80 ga yaqin AQSh patentlarining mavjudligi va bir nechta kompaniyalar tomonidan uning sanoat miqyosida ishlab chiqarilishi, uni galofillardan olinadigan eng taniqli mahsulotlardan biriga aylantirdi. Ushbu mahsulotlarni taqdim etuvchi bir qancha kompaniyalar tijoriy jihatdan katta muvaffaqiyatga erishdi. Shuningdek, xlorofillsiz tizimda yorug‘likni kimyoviy energiyaga aylantirish qobiliyati birinchi marta aynan galoarxeyalarda kashf etilgan. Ektoin va uning hosilalari kosmetikada namlantiruvchi vositalar sifatida, hamda polimeraza zanjirli reaksiyalarida (PZR) barqarorlashtiruvchi (stabilizator) moddalar sifatida patentlangan. Keng tarqalgan osmolitlardan biri bo‘lgan glitsin-betaindan esa chorvachilikda ozuqa qo‘shimchasi sifatida foydalanish taklif etilgan. Uning biosintez yo‘li to‘liq tavsiflangan bo‘lib, *Ectothiorhodospira halochloris* genlarining *Escherichia coli* hujayralarida ekspressiyasi muvaffaqiyatli amalga oshirildi. Bu esa *E. coli*da betain to‘planishiga va uning tuzga chidamliligi oshishiga olib keldi [8].

Poligidroksialkanoatlar-mikrob hujayralari tomonidan ko‘pincha uglerod zaxirasi sifatida ishlatiladigan poliefirlarning geterogen guruhidir. Galofil arxeyalar ko‘p miqdorda Poligidroksialkanoatlar ishlab chiqaradi va ulardan biologik parchalanadigan plastiklar sifatida foydalanib kelinmoqda. Eng keng tarqalgani-**Poli-beta-hidroksibutirat** hisoblanadi. *Haloarcula marismortui* va *Haloferax mediterranei* kabi galoarxeyalar substrat sifatida glyukoza yoki kraxmaldan foydalanib, ko‘p miqdorda PHA ishlab chiqarishga qodir. *H. marismortui* glyukoza qo‘shilgan minimal ozuqa muhitida o‘stirilganda, quruq hujayra vazniga nisbatan 21 % gacha PGB to‘plashi ko‘rsatilgan. *H. mediterranei* esa ancha arzon substrat bo‘lgan kraxmal bilan boyitilgan muhitda ozuqa suyuqligining litriga qariyb 6 g (jami quruq biomassa vaznining 60 % ini) PGB to‘plashi mumkin. Galoarxeya hujayralarining toza suvga (tuzsiz muhitga) nisbatan o‘ta sezgirligi (ya’ni toza suvda darrov yorilib ketishi) PGB granulalarini hujayradan ajratib olishni juda osonlashtiradi [9].

Galofillardan sanoatda foydalanish ko‘lami tobora kengayib bormoqda. Atrof-muhit uchun xavfsiz (ekologik toza) texnologiyalarga bo‘lgan ehtiyoj ortib borayotgan sababli, galofil mikroblar fermentlar manbai sifatida, shuningdek, sanoat sharoitida qimmatli moddalarni ishlab chiqaruvchi va chiqindilarni biologik parchalovchi organizmlar sifatida doimiy ravishda jalb qilinmoqda.

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida Xo‘jaikon va Xo‘jaipok ko‘llari tanlandi. Suv, ko’l tubi cho’kindilaridan namunalar olish mikrobiologik usullarni qo’llagan holda steril idishlarda amalga oshirildi. Namunalar ko’llarning markaziy chuqur qismidan va qirg’oq zonasidan olindi. Ba’zi fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar bevosita namuna olingan joylarning o’zida portativ asboblar yordamida aniqlandi: harorat va pH (pH — LH-PH30, Xitoy); Suvdagi karbonatlar, gidrokarbonatlar, xloridlar, kalsiy va magniy konsentratsiyasi titrimetrik usullar bilan, sulfatlar esa turbidimetrik usulda aniqlandi [10], natriy va kaliy kationlari konsentratsiyasi esa atom-absorbsion spektrofotometrida alanga-fotometrik usulida aniqlandi [11].

Tadqiqot natijalari tahlili. O‘rganilgan suv namunalarining kimyoviy tahlili Xo‘jaikon va Xo‘jaipok ko‘llari gidrokimyoviy tarkibi bo‘yicha bir-biridan sezilarli farq qilishini ko‘rsatdi. Xo‘jaikon ko‘li suvi juda yuqori minerallashuv darajasiga ega bo‘lib, quruq qoldiq miqdori 316 g/l ni tashkil etdi. Suvning asosiy kationi natriy (Na+) bo‘lib, umumiy kationlarning 98,5 % ini tashkil qildi. Anionlar tarkibida esa xlorid ionlari (Cl−) ustunlik qilib, umumiy anionlarning 98 % ini tashkil etdi. Suvning pH qiymati 5,6 bo‘lib, muhitning kuchsiz kislotali ekanligini ko‘rsatadi. Mazkur natijalar Xo‘jaikon ko‘lining natriy-xloridli (Na-Cl) gipergalin tipdagi suv havzasi ekanligini ko‘rsatadi. Mineralizatsiya darajasi dengiz suviga nisbatan taxminan 9–10 marta yuqori bo‘lib, bunday sharoit faqat ekstremal galofil mikroorganizmlar yashashi mumkin bo‘lgan muhit hisoblanadi. Xo’jaikon ko’lining BPK_5 miqdori-84,21 mg O_2/l ni tashkil qildi. XPK miqdori-3788 mg O_2/l. Erigan organik moddalar miqdori C_{organ} =1420,5 mg C/l ekanligi aniqlandi.

Xo‘jaipok ko‘lida quruq qoldiq 7,3 g/l ni tashkil etdi. Suv tarkibida sulfat ionlari ($SO4^{2-}$) ustun bo‘lib, umumiy anionlarning 94 % ini tashkil etdi. Kationlar orasida kalsiy (Ca^{2+}) 75 % va magniy (Mg^{2+}) 24 % bilan asosiy o‘rinni egalladi. Suvning pH qiymati 6,4 ga teng bo‘lib, muhitning kuchsiz kislotali xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.Muhim jihatlardan biri shundaki, Xo‘jaipok suvida vodorod sulfid (H_2S) mavjudligi aniqlandi (4,25 mg/l). Suvning o‘ziga xos oltingugurt hidi ham qayd etildi. Bu holat ko‘lda oltingugurt aylanishida ishtirok etuvchi mikroorganizmlar faoliyat yuritayotgan bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Xo’jaipok ko’lining BPK_5 miqdori-13,21 mg O_2/l ni tashkil qildi. XPK miqdori-151,5 mg O_2/l. Erigan organik moddalar miqdori C_{organ} =56,8 mg C/l ekanligi aniqlandi[1-jadval].

I-jadval

O’rganilayotgan ko’llarning gidrokimyoviy xususiyatlari, mg/l

Ko’l nomi	Na^+	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Cl^-	$SO4^{2-}$	NO^{2-}	HCO^{3-}	PO_4^{3-}
Xo’jaikon	119978	6	1640	146	≤0,3	≤0,3	187885	3880	0,3	24	0,007
Xo’jaipok	34	1	1640	316	≤0,3	≤0,3	11	4938	≤0,01	244	0,014

Xulosa. O‘rganilgan ikkala ko‘l geografik jihatdan yaqin bo‘lishiga qaramay, mutlaqo turlicha gidrokimyoviy va ekologik muhitga ega. Xo‘jaikon ko‘li gipergalin (o‘ta sho‘r) suv havzasi bo‘lib, tarkibi asosan natriy-xloriddan (NaCl) iborat. Minerallashuv darajasining o‘ta yuqoriligi (316 g/l) va yuqori organik yuklama (XPK 3788 mg/l) uni faqat ekstremal sharoitlarda yashaydigan galofil mikroorganizmlar uchun yashash makoniga aylantiradi. Xo‘jaipok ko‘li sulfat-kalsiy-magniyli tarkibga ega va minerallashuv darajasi Xo‘jaikonnikidan 43 barobar past (7,3 g/l). Uning eng muhim xususiyati - vodorod sulfid (H_2S) mavjudligi va oltingugurt aylanishi jarayonlarining faolligidir. Xo‘jaikon ko‘li o‘zining kimyoviy tarkibi va ekstremal sho‘rligi bilan, Xo‘jaipok ko‘li esa vodorod sulfidli va sulfatli muhitdagi biologik jarayonlari bilan noyob tabiiy laboratoriya hisoblanadi. Ikkala ko‘l ham o‘ziga xos gidrobiologik tadqiqotlar hamda mikroorganizmlarning adaptatsiya mexanizmlarini o‘rganish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Xulosa qilib aytganda, Xo‘jaikon va Xo‘jaipok ko‘llarining fizik-kimyoviy xususiyatlari ularda galofil hamda oltingugurt aylanishida ishtirok etuvchi mikroorganizmlar rivojlanishi uchun qulay sharoit mavjudligini ko‘rsatadi. Kelgusida metagenomik va kultivatsion tadqiqotlar orqali mazkur ko‘llarning haqiqiy mikrobiom tarkibini aniqlash muhim hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. DasSarma S, DasSarma P. Halophiles in Encyclopedia of Life Sciences, London: Wiley; 2005.
2. DasSarma P., Coker J. A., Huse V., DasSarma S. Halophiles, industrial applications // In: Flickinge M. C. (eds). Encyclopedia of industrial biotechnology: bioprocess, bioseparation, and cell technology. John Wiley & Sons, Inc. 2009. P. 1-43.
3. Oren A. Halophilic microorganisms and their environments //Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers. -2002. -№. бет
4. Guo J, Zhou J,Wang D, Tian C,Wang P, UddinMS. Biodegradation 2008; 19:15–9.
5. Ashwini R., Vijayanand S., Hemapriya J. Photonic potential of haloarchaeal pigment bacteriorhodopsin for future electronics: A review // Current microbiology. 2017. № 74(8). P. 996-1002.
6. C. A. Santos, A. M. Vieira, H. L. Fernandes, J. A. Empis, J. M. Novais Optimisation of the biological treatment of hypersaline wastewater from Dunaliella salina carotenogenesis //Journal of Chemical Technology & Biotechnology 2001; 76(11): 1147–1153.
7. А. К. Яковлева, З. А. Канарская, А. В. Канарский. Перспективы использования галофильных и галотолерантных микроорганизмов в биотехнологии//Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №8, ст.147-150
8. А. С. Сыренжапова, Е. Ю. Абидуева. Гидрохимическая и микробиологическая характеристика соленых озер шихалин-нур и хара-нур
(юго-восточное забайкалье) //Nature of inner asia № 3(25) 2023 ст 75-84
9. Stuart ES, Morshed F, Sremac M, DasSarma S. J Biotechnol
2001; 88: 119–128.
10. А. А. Резников, Е.П.Муликовская "Методы анализа природных вод" Москва.
11. Ю.Ю.Луръе "Аналитическая химия промышленных сточных вод"

UO'K 577.3:551.4

MARKAZIY QIZILQUMDA OQIM TO'PLANISHI VA VAQTINCHA O'ZANLARNING HUDUDIY- GIDROGEOMORFOLOGIK TAHLILI

X.T.Tuxtayeva, professor, Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro
D.J.Mavlonova, o`qituvchi, 43-maktab, Buxoro
S.M.Po`lotova, magistrant, Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro
M.B.Bahronova, magistrant, Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro
U.Isoqova, talaba, Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Markaziy Qizilqumda vaqtincha oqar suv havzalarining hududiy - gidrogeologik va geomorfologik tuzilishi tahlil qilingan. Bundan tashqari hududda oqim to`planishining maydon bo`yicha taqsimoti geografik jihatdan tadqiq qilingan va xaritalashtirilgan.*

***Kalit so`zlar:*** *Markaziy Qizilqum, relyef, vaqtincha o`zan, oqim to`planishi, maydon, gidrogeomorfologik tahlil, kartografik usul, masofadan zondlash.*

Аннотация. *В статье анализируется пространственная, гидрогеологическая и геоморфологическая структура бассейнов временных водотоков в Центральных Кызылкумах. Кроме того, проведено географическое исследование и картографирование пространственного распределения зон аккумуляции стока на данной территории.*

Ключевые слова: *Центральный Кызылкум, рельеф, временный водоток, аккумуляция стока, территория, гидрогеоморфологический анализ, картографический метод, дистанционное зондирование.*

Abstract. *The article analyzes the spatial, hydrogeological, and geomorphological structure of ephemeral stream basins in the Central Kyzylkum. Additionally, a geographical study and mapping of the spatial distribution of runoff accumulation zones within the area were conducted.*

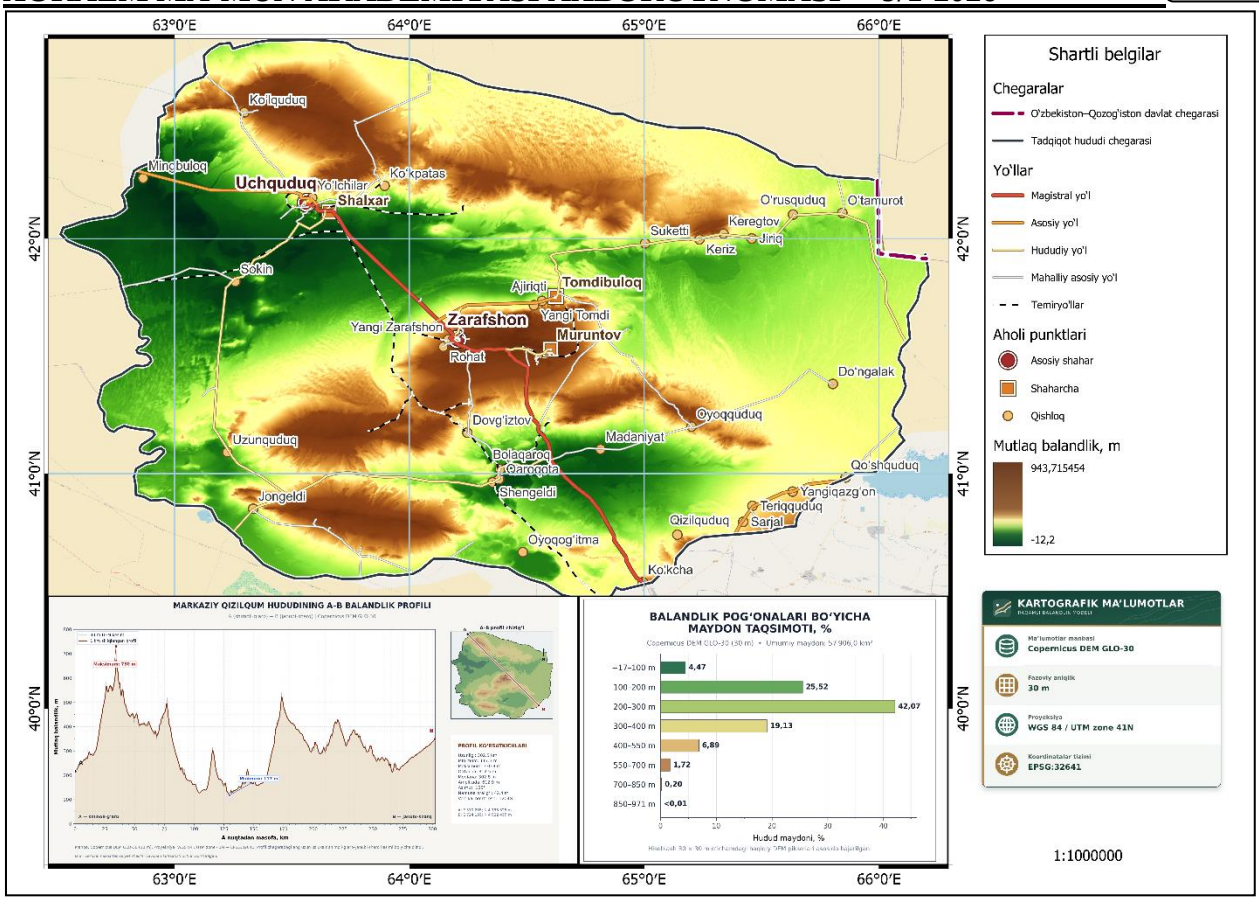
Key words: *Central Kyzylkum, relief, ephemeral stream, runoff accumulation, territory, hydrogeomorphological analysis, cartographic method, remote sensing.*

Markaziy Qizilqum Amudaryo va Sirdaryo oralig'idagi Turon tekisligining ichki qismida joylashgan bo'lib, tadqiqot uchun ajratilgan 57 906,0 km² maydon 62°31′–66°13′ sharqiy uzunlik va 40°28′–42°51′ shimoliy kengliklar oralig'ini qamrab oladi. Hududning asosiy tabiiy-geografik belgisi keng qumli va gilli tekisliklar orasidan alohida ko'tarilib turuvchi paleozoy qoldiq tog'lari hamda ular oralig'ida shakllangan berk yoki yarim berk botiqlarning almashinishidir. Shimolda Bo'kantov

va Yetimtov, markazda Tomditov-Muruntov tuguni, g‘arbiy-janubiy qismda Ovminzatov-Quljuqtov, janubda esa Aristantov qoldiq balandliklari suvayirg‘ich va oqim hosil qiluvchi asosiy morfologik birliklarni tashkil etadi; Mingbuloq va Oyoqog‘itma botiqlari ularga qarama-qarshi ravishda hududiy pasayish va akkumulyatsiya markazlari sifatida namoyon bo‘ladi. Markaziy Qizilqumning bunday orografik tuzilishi Janubiy Tyanshan burmali mintaqasining g‘arbiy davomida shakllangan qadimgi strukturaviy bloklar bilan bog‘liq bo‘lib, Tomditov–Muruntov va Bo‘kantov massivlarining geologik jihatdan murakkab tuzilishga ega. Doimiy daryolar deyarli mavjud bo‘lmagan mazkur arid hududda relyefning gidrologik ahamiyati ayniqsa katta: qisqa muddatli jala yog‘inlari paytida qoldiq tog‘ yonbag‘irlari oqim manbai, tog‘oldi yoyilmalari va quruq soylar uzatish yo‘lagi, botiqlar hamda pastqam tekisliklar esa suv va mayda zarrachalarni qabul qiluvchi zona vazifasini bajaradi. Shu sababli xaritalardagi balandlik, oqim to‘planishi (flow accumulation) va vaqtincha o‘zan qatlamlari alohida tasvirlar emas, bir-birini sabab–oqibat jihatidan davom ettiruvchi yagona relyef–oqim tizimining uch ko‘rinishi sifatida tahlil qilish lozim.

Geofazoviy hisoblashning boshlang‘ich manbai sifatida taxminan 30 m (1 arc-second) fazoviy aniqlikdagi Copernicus DEM GLO-30 raqamli balandlik modeli qo‘llanildi [1]. Maydon, masofa va o‘zan uzunliklarini metrik birliklarda xatosizroq hisoblash uchun barcha tahlillar WGS 84 / UTM zone 41N - EPSG:32641 koordinatalar tizimida bajarildi. Oqim yo‘nalishini hosil qilishdan avval DEMdagi raqamli chuqurliklar Priority-Flood tamoyili bilan gidrologik bog‘langan holatga keltirildi [5], keyin har bir piksel (katak) dan oqim eng katta pasayish kuzatilgan sakkiz qo‘shni pikseldan bittasiga uzatiladigan D8 algoritmi qo‘llanildi [2; 3]. D8 modeli tekis va qumli yuzalarda divergent oqimni soddalashtirishi mumkin, biroq bir xil DEM, bir xil to‘ldirish usuli va bir xil kanal boshlanish mezonida hududiy farqlarni taqqoslash uchun takrorlanuvchan natija beradi [4]. Gidrologik hisobning regional ko‘lamda barqaror ishlashi uchun oqim akkumulyatsiyasi va o‘zan tarmog‘i 120 m aniqlikda umumlashtirildi; shu bois 30 m manba DEM relyefning batafsil tasvirini, 120 m hosila qatlamlar esa yirik oqim bog‘langanligining generalizatsiyalangan modelini ifodalaydi. Har bir pikselning yuqori oqim maydoni (1) ifoda bo‘yicha aniqlandi, bunda FA - 120 m rasterda yuqoridan qo‘shiluvchi piksellar soni, 0,0144 km² esa bitta piksel maydonidir. Mazkur ko‘rsatkich suvning real sarfi, chuqurligi yoki saqlangan hajmini bermaydi; u faqat topografik sharoitda oqim qayerda konsentratsiyalanishi mumkinligini ko‘rsatadi. Asl DEM va to‘ldirilgan DEMni bir-biridan ajratish zarur, chunki raqamli chuqurlikning bir qismi o‘lchash artefakti bo‘lsa, boshqa qismi Mingbuloq yoki Oyoqog‘itma singari tabiiy botiqning morfologik ifodasi bo‘lishi mumkin [6].

Mutlaq balandlik xaritasi Markaziy Qizilqumni tashqi ko‘rinishidan bir jinsli cho‘l tekisligi deb talqin qilish ilmiy jihatdan yetarli emasligini ko‘rsatadi (1-rasm). DEM bo‘yicha balandlik −12,2 m dan 943,7 m gacha o‘zgarib, qariyb 960 m vertikal diapazonni hosil qiladi. Eng past hududlar tadqiqot maydonining g‘arbiy chekkasidagi Mingbuloq botig‘i tomonida, Mingbuloq qishlog‘i va Uchquduqning g‘arbiy-shimoli-g‘arbida joylashgan yashil pastqam yuzalarda qayd etilgan; bu manfiy qiymatni mutlaq geodezik belgi emas, DEMning vertikal aniqligi doirasidagi model natijasi sifatida talqin qilish lozim. Mingbuloqdan sharqqa, Ko‘lquduq-Uchquduq-Ko‘kpatas oralig‘ida Bo‘kantovning parchalangan yonbag‘irlari ko‘tarilib, jigarrang rangdagi baland maydonni tashkil etadi. Ushbu massivning janubiy etagi Uchquduq, Yo‘lchilar va Shalxar tomonga tikroq pasaygani uchun mayda quruq soylarning ko‘pchiligi aynan shu yo‘nalishda boshlanadi; g‘arbiy etakdagi pasayishlar esa Mingbuloq botig‘iga qarab ochiladi. Bo‘kantovdan sharqdagi Yetimtov balandliklari Ko‘kpatasdan Suketti va Keregtov tomon cho‘zilgan murakkab parchalangan sirt bilan ajralib, shimoliy sektorni sharq-g‘arb yo‘nalishida bo‘lib turuvchi ikkilamchi suvayirg‘ich hosil qiladi. Ko‘lquduq, Ko‘kpatas va O‘tamurot yaqinidagi balandliklar maydon jihatidan katta bo‘lmasa ham, ulardan boshlanadigan oqim yo‘llari ancha keng pasttekisliklarni gidrologik jihatdan bog‘laydi.



1-rasm. Markaziy Qizilqumning mutlaq balandlik modeli
Manba: Copernicus DEM GLO-30 (30 m) asosida muallif hisob-kitoblari.

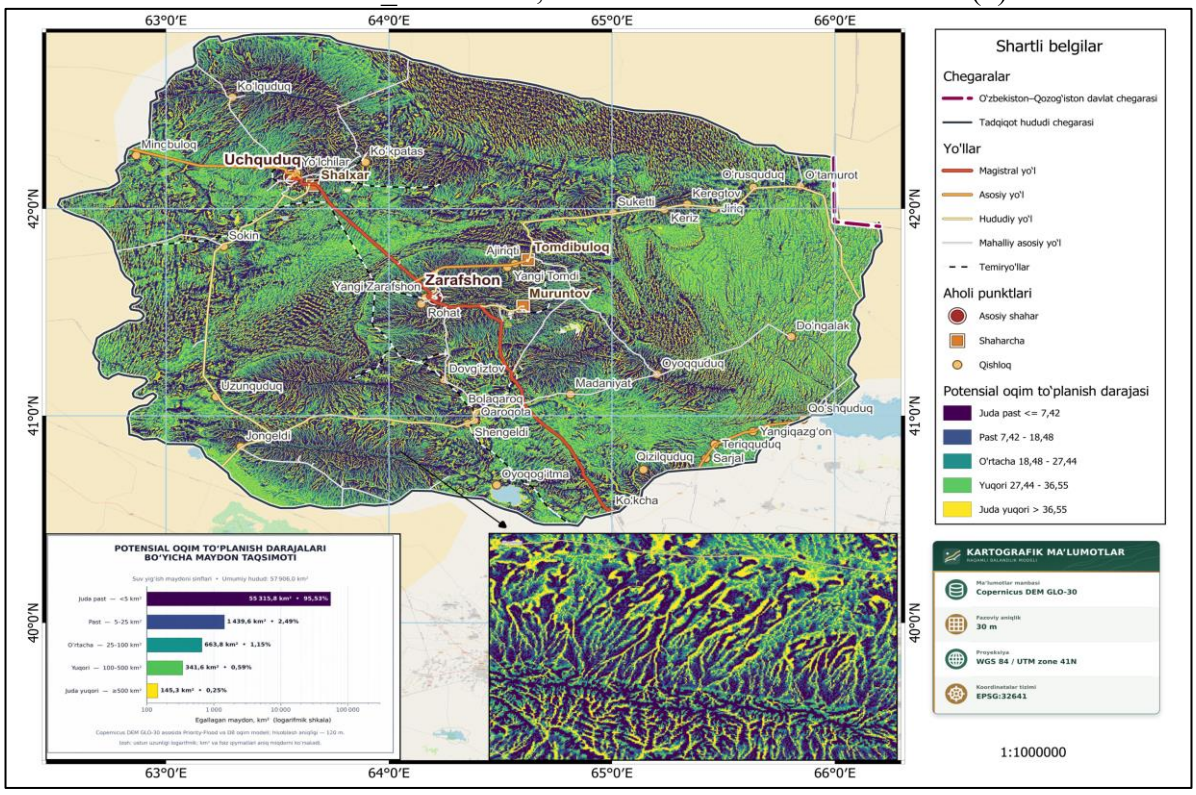
Xaritaning markaziy qismida Zarafshon shahri, Rohat, Yangi Zarafshon, Tomdibuloq, Yangi Tomdi va Muruntov oralig‘idagi Tomditov-Muruntov morfologik tuguni eng yaqqol ko‘rinadi. Tomditov qoldiq tog‘lari Zarafshonning shimoli va shimoli-g‘arbidan Tomdibuloq tomon cho‘zilib, nisbatan baland va kesilgan yuzalarni hosil qilsa, Muruntov atrofi konchilik bilan kuchli o‘zgargan lokal relyef hamda tabiiy qoldiq balandliklarning tutashgan zonasidir. Muruntov-Dovg‘iztov strukturaviy yo‘nalishining geologik murakkabligi va uning Tomditov bilan bog‘liqligi avvalgi tadqiqotlarda qayd etilgan [24; 25]. Balandlik modelida Zarafshon–Muruntov oralig‘idagi baland yuzalar shimolda Tomdibuloq va Ajiriqti, janubda Dovg‘iztov, Bolaqaroq va Qaroqota tomon pog‘onama-pog‘ona pasayadi; bunday asimmetrik tuzilish oqimning bir qismi shimoliy intermontan pasayishlarga, asosiy qismi esa janubiy va janubi-sharqiy tog‘oldi yoyilmalariga yo‘nalishini taqozo etadi. Muruntovdan qariyb 50 km janubda joylashgan Aristantov qoldiq tog‘lari Dovg‘iztov-Qaroqota–Madaniyat oralig‘idagi jigarrang balandliklar bilan ifodalanadi; Aristantovning Markaziy Qizilqumdagi mustaqil geologik massiv ekani stratigrafik tadqiqotlarda ham tasdiqlangan. G‘arbiy-janubiy sektorda Uzunquduq, Jongeldi va Churuk atrofidagi Ovminzatov-Quljuqtov balandliklari, markaziy massivlardan farqli ravishda, keng qumli tekisliklar orasida alohida orol tog‘lar ko‘rinishida turadi. Ularning qisqa, lekin nishabi kattaroq yonbag‘irlari jala vaqtida tez oqim hosil qiluvchi manba zonalari hisoblanadi.

Mutlaq balandliklarning maydon bo‘yicha taqsimoti kartadagi hududiy kontrastning miqdoriy asosini ochadi. 200-300 m pog‘ona 42,07 foiz bilan yetakchi bo‘lib, asosan Bo‘kantov, Tomditov va janubiy qoldiq tog‘lar orasidagi keng denudatsion-akkumulyativ tekisliklarni egallaydi; 100–200 m yuzalar 25,52 foiz, 300-400 m pog‘ona esa 19,13 foizni tashkil etadi. Ushbu uch diapazonning jami 86,72 foizga tengligi Markaziy Qizilqumning asosiy maydoni past tog‘larning o‘zi emas, balki ularni o‘rab turgan tekislik va tog‘oldi yuzalaridan iboratligini ko‘rsatadi. 400 m dan yuqori pog‘onalar atigi 8,81 foiz maydonni egallasa-da, oqim energiyasi va cho‘kindi yetkazib berishda ularning roli maydon ulushidan ancha katta. -17-100 m oralig‘idagi pastqam yuzalar 4,47 foiz bo‘lib, Mingbuloq botig‘i, Oyoqog‘itma atrofi va ayrim ichki pasayishlarda to‘plangan. Oyoqog‘itma qishlog‘i yaqinidagi

janubiy botiq Qaroqota–Shengeldi va Aristantov etaklaridan keluvchi oqimlarni qabul qiladigan berk akkumulyativ maydon sifatida ajraladi; sharqdagi Teriqquduq-Yangiqazg‘on-Qo‘shquduq va shimoli-sharqdagi Suketti-Jiriq-O‘tamurot sektorlari esa asosan 100-300 m balandlikdagi keng, nishabi sust tekisliklardan tashkil topgan. A-B profilining shimoli-g‘arbdan janubi-sharqqa 302,5 km masofada 730,3 m maksimum va 117,3 m minimum oralig‘ida bir necha bor ko‘tarilib-pasayishi hududda yagona monoton qiyalik yo‘qligini tasdiqlaydi. Profil bo‘ylab Bo‘kantov balandligi, Mingbuloq tomon pasayish, Tomditov-Aristantov oralig‘idagi ikkilamchi ko‘tarilishlar va Oyoqog‘itma tomon botiq yuzalar almashib keladi; bu ketma-ketlik vaqtincha oqimlarning ayrim joylarda uzilib, keyingi pasayishda qayta jamlanishini geomorfologik jihatdan izohlaydi.

Potensial oqim to‘planishi xaritasi relyefdagi har bir mayda notekislikni bir xil gidrologik ahamiyatga ega deb ko‘rsatmaydi, balki yonbag‘irlardan keluvchi oqimning qaysi chiziqli pasayishlarda bir-biriga qo‘shilishini ajratadi (2-rasm). Kartadagi rangli fon logarifmik o‘zgartirilgan accumulation score bo‘yicha besh darajaga bo‘lingan, qo‘shimcha diagramma va hisob jadvali esa natijani fizik mazmuni tushunarliroq bo‘lgan yuqori oqim maydoni - km² birliklarida ifodalaydi. Score intervali bilan suv yig‘ish maydoni bir xil o‘lchov birligi emas: birinchisi vizual tasnif, ikkinchisi esa katakka topografik jihatdan bog‘langan maydonning miqdoridir. Hisob natijasida 5 km² dan kichik yuqori oqim maydoniga ega “juda past” sinf 55 315,8 km² yoki hududning 95,53 foizini egalladi; 5-25 km² sinfi 1 439,6 km², 25-100 km² sinfi 663,8 km², 100-500 km² sinfi 341,6 km², 500 km² va undan katta maydon bilan bog‘langan eng yuqori sinf esa 145,3 km² ni tashkil etdi. Hududning faqat 4,47 foizida 5 km² dan katta jamlanish qayd etilishi gidrologik faollikning kamligini emas, keng yonbag‘ir va tekisliklardan hosil bo‘ladigan oqim tor koridorlarda konsentratsiyalanishini bildiradi. Quruq hududlarda aynan shu tor yo‘laklar qisqa muddatli toshqin, chiziqli eroziya va cho‘kindi transportining asosiy fazoviy o‘qi bo‘lib xizmat qiladi.

$$A\_c = FA \times 0{,}0144 \text{ km}^2 \qquad (1)$$



2-rasm. Markaziy Qizilqumda potensial oqim to‘planishining fazoviy taqsimoti.

Manba: Copernicus DEM GLO-30, Priority-Flood va D8 modeli asosida muallif hisob-kitoblari.

Xaritaning shimoliy qismida yuqori score chiziqlari Bo‘kantovning Ko‘lquduq atrofidagi shimoliy va g‘arbiy yonbag‘irlaridan Mingbuloq botig‘i tomon, janubiy yonbag‘irlaridan esa Uchquduq–Yo‘lchilar–Shalxar pasayishiga qarab tarmoqlanadi. Ko‘kpatas yaqinida Bo‘kantov va Yetimtov oralig‘idagi past bel bir necha mayda havzani tutashtiradi, shu sababli bu yerda qisqa boshlang‘ich chiziqlar yirikroq uzatish yo‘llariga qo‘shiladi. Uchquduq shahri atrofidagi rangli

mozaika faqat tabiiy soylarni emas, tekislangan sanoat maydonlari, yo‘l ko‘tarmalari va kon infratuzilmasi DEMda hosil qilgan lokal yo‘nalishlarni ham qisman aks ettirishi mumkin; kartografik talqinda geometrik jihatdan g‘ayritabiiy to‘g‘ri segmentlarni tabiiy o‘zan sifatida avtomatik qabul qilish mumkin emas.

Markaziy sektorda Zarafshon–Tomdibuloq–Muruntov uchburchagi eng murakkab jamlanish tuzilishiga ega.

Tomditov yonbag‘irlaridan boshlanadigan yuqori darajali chiziqlar Ajiriqti va Yangi Tomdi yaqinidagi intermontan pasayishlar orqali sharqqa, Zarafshon va Rohat tomonidagi janubiy etaklardan esa Muruntov hamda Dovg‘iztov yo‘nalishiga tushadi. Muruntov koni va Zarafshon shahrini bog‘lovchi transport yo‘lagi bir nechta bunday tabiiy pasayishlarni kesib o‘tadi; kuchli yog‘inda oqimning yo‘l bo‘ylab burilishi yoki suv o‘tkazgichlarga jamlanishi tabiiy topografik signalni mahalliy darajada o‘zgartirishi mumkin. Shu jihatdan yuqori score zonalari muhandislik tekshiruvi talab qiladigan kesishmalarni dastlabki saralash uchun foydali, biroq ular o‘z-o‘zicha hisobiy maksimal sarfni bermaydi.

Janubiy qismda Aristantov va Dovg‘iztov yonbag‘irlaridan tushuvchi chiziqlar Bolaqaroq–Qaroqota–Shengeldi oralig‘ida bir-biriga yaqinlashib, keyin Oyoqog‘itma botig‘i va janubiy chegara tomon yoyiladi. Ovminzatov–Quljuqtov sektorida Uzunquduq va Jongeldi atrofidagi oqimlar qisqa, radial ko‘rinishda boshlanadi; qumli tog‘oldi tekisligiga chiqqach ularning bir qismi infiltratsiya va yoyilma oqim tufayli morfologik uzluksizligini yo‘qotishi mumkin. Sharqda Suketti, Keriz, Jiriq, Keregtov va O‘rusquduqdan O‘tamurot tomon cho‘zilgan tekisliklarda nishab kichik bo‘lsa-da, Yetimtov etaklaridan keluvchi bir necha uzun jamlanish o‘qlari saqlanib qoladi. Do‘ngalak–Oyoqquduq–Madaniyat oralig‘idagi mozaik tuzilish mayda suvayirg‘ichlar va parallel pasayishlarni, Teriqquduq–Yangiqazg‘on–Qo‘shquduq yo‘nalishidagi janubi-sharqiy sektor esa oqimning alohida trunk chiziqlarga sekin birikishini ko‘rsatadi. Mingbuloq va Oyoqog‘itma botiqlarida yuqori accumulation qiymati suvning doimiy mavjudligini anglatmaydi; bu joylarda oqim yetib kelishi yog‘in yadrosining qayerda shakllanishi, qum va shag‘alning infiltratsiya tezligi, o‘zandagi transmission loss hamda avvalgi namlanish holatiga bog‘liq. Berk botiqda suv haqiqatan saqlanishini aniqlash uchun flow accumulation qatlamini original va to‘ldirilgan DEM farqi, HAND, TWI hamda Sentinel-1/Sentinel-2 kuzatuvlari bilan birgalikda tekshirish zarur. Potensial oqim to‘planishi xaritasi shu bois suv zaxirasi xaritasi emas, relyef bo‘yicha gidrologik bog‘lanish ehtimolining regional modeli hisoblanadi.

1-Jadval

Potensial oqim to‘planishi sinflarining maydon bo‘yicha taqsimoti

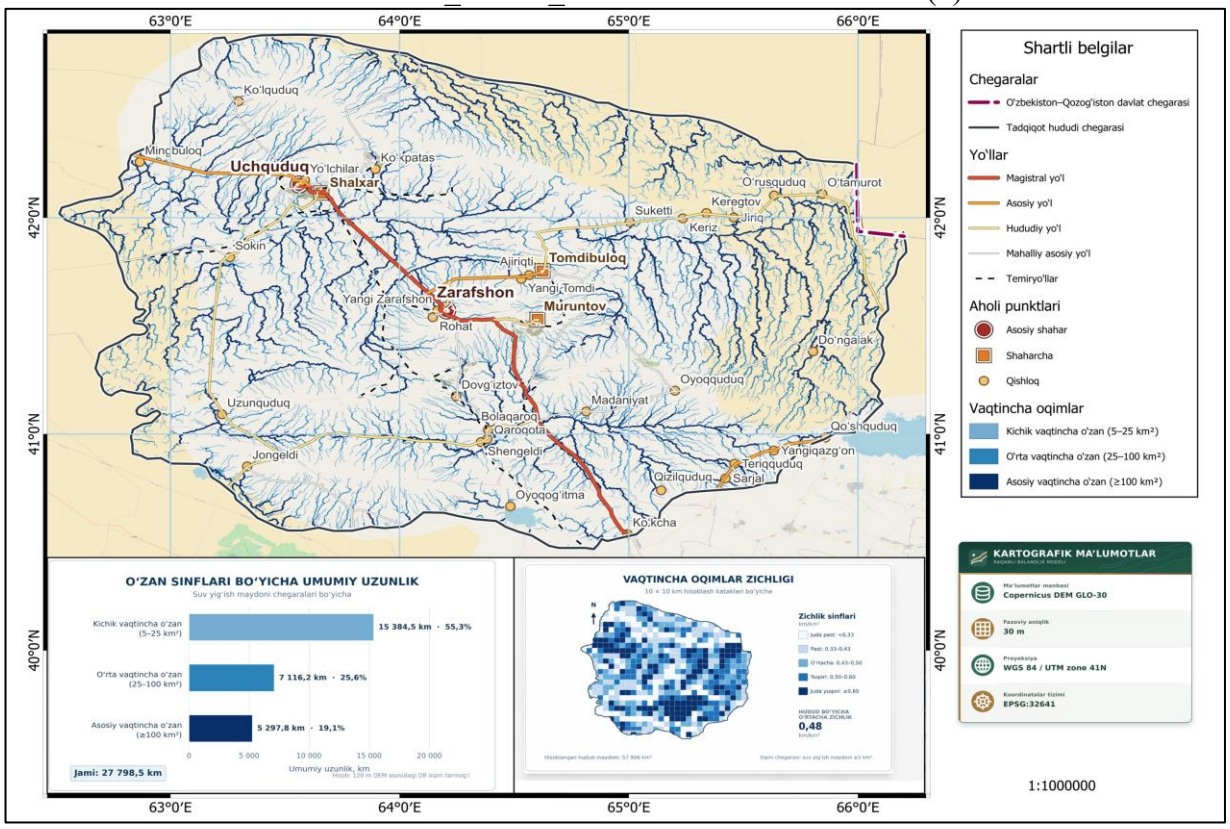
Daraja	Yuqori oqim maydoni, km²	Egallagan maydon, km²	Hududdagi ulushi, %
Juda past	<5	55 315,8	95,53
Past	5–25	1 439,6	2,49
O‘rtacha	25–100	663,8	1,15
Yuqori	100–500	341,6	0,59
Juda yuqori	≥500	145,3	0,25
Jami	—	57 906,0	100,00

Izoh: 5 km² dan katta yuqori oqim maydoni bilan bog‘langan sinflar jami 2 590,3 km² yoki tadqiqot hududining 4,47 foizini egallaydi.

Vaqtincha o‘zanlar xaritasi flow accumulation natijasidan kanal boshlanishining minimal yuqori oqim maydonini 5 km² deb qabul qilish orqali hosil qilindi (3-rasm). O‘zanlar 5–25 km² maydon bilan bog‘langan kichik, 25–100 km² maydonli o‘rta va 100 km² dan katta havzaga ega asosiy sinflarga ajratildi. Kanal boshlanishini yagona maydon chegarasi bilan belgilash hisobni takrorlash va hududlararo taqqoslashni osonlashtiradi, ammo tabiiy sharoitda o‘zan paydo bo‘lishi yuqori oqim maydonidan tashqari qiyalik, sirt materialining yuvilishga chidamliligi, o‘simlik qoplami va kritik kesuvchi kuchga ham bog‘liq. Qattiq jinslar ochilib yotgan Bo‘kantov yoki Tomditov yonbag‘rida kichik havza aniq quruq soy hosil qilishi mumkin, yaxshi saralangan qumli tekislikda esa kattaroq havzadan kelgan oqim infiltratsiya va yoyilish sababli uzluksiz kanal shaklini saqlamasligi mumkin. Shu bois 5, 25 va 100 km² chegaralari universal geomorfologik qonun emas, mazkur DEM aniqligi va 1:1 000 000 kartografik masshtab uchun tanlangan generalizatsion mezondir. O‘zanlar jami uzunligining tahlil maydoniga nisbati (2) formula bo‘yicha hisoblanib, hudud uchun 0,480 km/km²

qiymat olindi [7]. Bu har 100 km² maydonga o‘rtacha 48,0 km modellashtirilgan vaqtincha o‘zan to‘g‘ri kelishini anglatadi, lekin ularning barchasi bitta yog‘in hodisasida bir vaqtda faol bo‘lmaydi.

$$D\_d = \Sigma L\_i / A \quad (2)$$



3-rasm. Markaziy Qizilqumda vaqtincha o‘zanlar tarmog‘i zichligi.
Manba: Copernicus DEM GLO-30, Priority-Flood va D8 modeli asosida muallif hisob-kitoblari

O‘zanlarning fazoviy tuzilishi Bo‘kantovning shimoliy chekkasida mayda tarmoqlangan boshlang‘ich soylar, uning janubiy etagida esa Uchquduq va Ko‘kpatas oralig‘ida yirikroq magistral chiziqlarning shakllanishi bilan tavsiflanadi. Ko‘lquduqdan g‘arbga va janubi-g‘arbga yo‘nalgan asosiy o‘zanlar Mingbuloq botig‘ining qabul qiluvchi rolini ko‘rsatadi; Uchquduq–Mingbuloq asosiy yo‘li ushbu oqimlarning bir qismini kesib o‘tadi. Uchquduq shahrining janubi va sharqida Shalxar hamda Ko‘kpatas tomon o‘zanlar zich tutashadi, bu yerda avtomobil yo‘li, temiryo‘l va sanoat maydonlari tabiiy drenaj yo‘llari bilan eng ko‘p kesishadigan tugunlardan birini hosil qiladi. Markazda Zarafshon shahri, Rohat, Yangi Zarafshon, Tomdibuloq va Muruntov atrofida kichik och ko‘k o‘zanlar qoldiq balandlik yonbag‘irlarini mayda bo‘laklarga ajratadi, to‘q ko‘k asosiy chiziqlar esa Tomditov etaklaridagi oqimni intermontan vodiylar orqali janub va sharqqa uzatadi. Zarafshon–Muruntov magistral yo‘li va unga parallel temiryo‘l Dovg‘iztov hamda Qaroqota tomon tushuvchi bir necha o‘zan o‘qini kesadi. Yo‘l ko‘tarmasi oqimning tabiiy ko‘ndalang o‘tishini cheklagan joyda yuqori tomonda vaqtincha to‘planish, quyi tomonda esa o‘zan uzilishi va yangi eroziya yo‘lining shakllanish ehtimoli ortadi. Xarita bu kesishmalarning gidravlik quvvatini aniqlamaydi, ammo suv o‘tkazgich, ko‘prik va himoya inshootlarini dala tekshiruvi uchun ustuvor nuqtalarni ko‘rsatadi.

Janubiy va g‘arbiy sektorlar o‘zan shaklining litologiya va relyefga bog‘liq farqini ravshan ko‘rsatadi. Ovminzatov–Quljuqtovning Uzunquduq, Jongeldi va Churuk atrofidagi yonbag‘irlarida kichik o‘zanlar qisqa masofada ko‘p tarmoqlanadi, biroq keng qumli tekislikka chiqqach ularning bir qismi tarqoq ko‘rinishga o‘tadi. Aristantov–Dovg‘iztovdan Qaroqota va Bolaqaroq tomon tushuvchi tarmoq esa nisbatan yaxshi bog‘langan bo‘lib, janubda Oyoqog‘itma botig‘i bilan yakunlanadigan bir nechta transport koridorini hosil qiladi. Sharqiy tekisliklarda O‘rusquduq–O‘tamurot, Suketti–Keriz–Jiriq, Do‘ngalak–Oyoqquduq va Teriqquduq–Yangiqazg‘on yo‘nalishlari bo‘ylab asosiy o‘zanlar uzunroq, ularning orasidagi boshlang‘ich tarmoq esa siyrakroq ko‘rinadi; bu holat past nishab va qumli substratda diffuz oqimning ulushi kattaligiga mos keladi. 10 × 10 km hisob kataklari bo‘yicha drenaj zichligining juda past (<0,33), past (0,33–0,43), o‘rtacha (0,43–0,50), yuqori (0,50–0,60) va

juda yuqori (≥0,60 km/km²) sinflarga bo‘linishi hududiy mozaikani miqdoriy ko‘rsatadi. Yuqori zichlik ko‘proq qoldiq tog‘lar etagi va parchalangan denudatsion yuzalarda, past zichlik esa Mingbuloq va Oyoqog‘itma kabi qabul qiluvchi botiqlarning tekis tubi hamda sharqiy qumli maydonlarning ayrim qismlarida uchraydi. Mahalliy yuqori zichlik doimo katta sarfni anglatmaydi: ko‘p sonli mayda soylar kichik havzalardan suv olishi mumkin; aksincha, zichlik past katakdagi bitta asosiy o‘zan yuzlab kvadrat kilometr maydondan oqim qabul qilishi ehtimol. Flow accumulation suvning qayerga yig‘ilishini, drenaj zichligi esa o‘zan tarmog‘ining maydon birligida qanchalik rivojlanganini ko‘rsatgani uchun ikki ko‘rsatkich birgalikda talqin qilindi.

2-jadval

Vaqtincha o‘zanlar sinflarining uzunligi va drenaj zichligi

O‘zan sinfi	Yuqori oqim maydoni, km²	Uzunligi, km	Ulushi, %	Zichligi, km/km²
Kichik vaqtincha o‘zan	5–25	15 384,5	55,3	0,266
O‘rta vaqtincha o‘zan	25–100	7 116,2	25,6	0,123
Asosiy vaqtincha o‘zan	≥100	5 297,8	19,1	0,091
Jami / o‘rtacha	≥5	27 798,5	100,0	0,480

Izoh: zichlik qiymatlari 57 906,0 km² umumiy tadqiqot maydoniga nisbatan hisoblangan; yaxlitlash sababli ayrim yig‘indilar oxirgi raqamda farq qilishi mumkin.

Uchala xarita birgalikda Markaziy Qizilqumda manba–uzatish–qabul qilish tizimining aniq hududiy modelini shakllantiradi. Bo‘kantov, Yetimtov, Tomditov–Muruntov, Ovminzatov–Quljuqtov va Aristantov qoldiq tog‘lari maydon jihatidan cheklangan bo‘lsa-da, nisbiy balandlik va yonbag‘ir qiyaligi tufayli oqim hamda cho‘kindining asosiy manba zonalaridir. Ularning etaklaridagi Ko‘kpatas, Shalxar, Ajiriqti, Dovg‘iztov, Bolaqaroq va Madaniyat pasayishlari mayda soylarni yirikroq uzatish yo‘llariga birlashtiradi. Mingbuloq, Oyoqog‘itma va mahalliy berk pastqamliklar qabul qiluvchi zona bo‘lib, oqim energiyasi kamayganidan keyin qum, shag‘al va mayda dispers zarrachalar shu joylarda cho‘kadi. Quruq hudud daryolarida oqimning manbadan quyi qismgacha uzluksiz yetib borishi shart emas; tog‘oldi yoyilmasida infiltratsiya kuchayishi, o‘zan materialining suvni yutishi yoki oqimning bir necha yo‘nalishga tarqalishi natijasida gidrologik aloqa hodisadan hodisaga o‘zgaradi. Kuchli va hududiy jihatdan keng jala vaqtida alohida o‘zan bo‘laklari tutashib, Bo‘kantovdan Mingbuloqqa yoki Aristantovdan Oyoqog‘itmaga qadar funksional tarmoq hosil qilishi mumkin; mahalliy kuchsiz yog‘inda oqim faqat yuqori yonbag‘ir yoki tog‘oldi qismida so‘nadi. Shu o‘zgaruvchan bog‘langanlik vaqtincha o‘zan xaritasini doimiy gidrografik tarmoq sifatida emas, turli meteorologik vaziyatlarda navbatma-navbat faollashadigan potensial oqim yo‘llari majmui sifatida o‘qishni talab qiladi.

Relyef–oqim tizimi cho‘llanish jarayoniga faqat namlik yetkazib berish orqali emas, sirt materialini qayta taqsimlash orqali ham ta’sir ko‘rsatadi. Bo‘kantov, Tomditov va Aristantov yonbag‘irlarida konsentratsiyalangan oqim chiziqli eroziya, quruq soylarning chuqurlashuvi va skeletli materialning ochilishiga sabab bo‘lishi mumkin; tog‘oldi yoyilmalarida energiya kamayganda prolyuvial qoplama qalinlashadi, botiqlarda esa gil va chang fraksiyalari to‘planadi. Qisqa namlanish Mingbuloq yoki Oyoqog‘itma tubida efemer o‘simliklar rivojlanishi uchun vaqtinchalik resurs yaratadi, biroq chiqish yo‘li cheklangan va bug‘lanish yuqori sharoitda takroriy namlanish–qurish sikli erigan tuzlarning yuqori qatlamga ko‘tarilishini kuchaytirishi mumkin. Qurigan mayda dispers cho‘kindilar keyingi shamolli davrda deflyatsiyaga qayta jalb qilinadi va fluvial hamda eol jarayonlar o‘rtasida modda almashinuvi yuz beradi. Qizilqum qumlarining katta qismi regional miqyosda barqarorlashganini ko‘rsatuvchi tadqiqotlar mavjud, ammo konchilik, yo‘l qurilishi, yaylov bosimi yoki yangi yuvilgan sirt mahalliy himoya qoplamini buzsa, shamol eroziyasi yana kuchayadi. Zarafshon–Muruntov kon-sanoat tuguni, Uchquduq–Ko‘kpatas maydoni va magistral yo‘llar bo‘ylab tabiiy oqim koridorlarining antropogen yuzalar bilan kesishishi shu sababli ikki tomonlama ahamiyatga ega: infratuzilma toshqin ta’siriga uchrashi mumkin, bir vaqtning o‘zida uning o‘zi oqim yo‘nalishini o‘zgartirib, eroziya yoki mahalliy suv to‘planishini kuchaytiradi.

Natijalarning ilmiy ishonchliligi DEM sifati, piksel o‘lchami, depression filling usuli, oqim yo‘nalishi algoritmi va kanal boshlanish chegarasiga bog‘liq. Global DEMlarda vertikal xato hamda mozaikalash artefaktlari hosila gidrologik ko‘rsatkichlarga chiziqsiz tarqalishi mumkin; ayniqsa Mingbuloq, Oyoqog‘itma va sharqiy tekisliklar singari nishabi juda kichik yuzalarda bir necha metrlik xato oqim yo‘nalishini boshqa hududga buradi. 120 m umumlashtirish regional magistral

tarmoqni soddalashtiradi, lekin eni tor soylar, mayda jarliklar va yo‘l bo‘yidagi sun’iy ariqlarni yo‘qotishi mumkin. Shu sababli Bo‘kantov–Uchquduq, Tomditov–Muruntov va Aristantov–Qaroqota sektorlarida ajratilgan asosiy o‘zanlar MERIT Hydro tarmog‘i, yuqori aniqlikdagi optik tasvirlar va kuchli yog‘indan keyingi Sentinel-1 namlanish izlari bilan solishtirilishi, muhim yo‘l kesishmalarida esa dala GPS kuzatuvi bajarilishi lozim. D8 natijasini D∞ modeli bilan, 30–60–90–120 m aniqliklarni hamda 2–5–10–25 km² kanal boshlanish chegaralarini o‘zaro taqqoslash barqaror saqlanadigan o‘zanlarni yuqori ishonchlilik sinfiga ajratish imkonini beradi. Keyingi tahlilda original va to‘ldirilgan DEM farqi bo‘yicha Mingbuloq, Oyoqog‘itma hamda boshqa berk depressiyalarning maydoni, maksimal chuqurligi va topografik sig‘imi hisoblanib, HAND va TWI qatlamlari bilan integratsiya qilinishi zarur. Ushbu bosqich flow accumulation xaritasidagi oqim koridorlarini real suv saqlashi mumkin bo‘lgan botiqlardan ajratadi va aniqlangan zonalarni aholi punktlari, kon obyektlari, avtomobil-temiryo‘l kesishmalari hamda cho‘llanish indikatorlariga nisbatan ustuvorlashtirish uchun mantiqiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. European Space Agency (ESA). Copernicus Digital Elevation Model (COP-DEM), GLO-30 [dataset]. DOI: 10.5270/ESA-c5d3d65 (murojaat sanasi: 26.07.2026).

2. Jenson S.K., Domingue J.O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 1988. Vol. 54, No. 11. P. 1593–1600.

3. Tarboton D.G. A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models // Water Resources Research. 1997. Vol. 33, No. 2. P. 309–319. https://doi.org/10.1029/96WR03137

4. Barnes R., Lehman C., Mulla D.J. Priority-Flood: An optimal depression-filling and watershed-labeling algorithm for digital elevation models // Computers & Geosciences. 2014. Vol. 62. P. 117–127. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.04.024

5. Lindsay J.B., Creed I.F. Distinguishing actual and artefact depressions in digital elevation data // Computers & Geosciences. 2006. Vol. 32, No. 8. P. 1192–1204. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.002

6. Horton R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology // Geological Society of America Bulletin. 1945. Vol. 56, No. 3. P. 275–370. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2

7. Tarboton D.G., Bras R.L., Rodríguez-Iturbe I. On the extraction of channel networks from digital elevation data // Hydrological Processes. 1991. Vol. 5, No. 1. P. 81–100. https://doi.org/10.1002/hyp.3360050107

UO‘K 595.78:591.9(575.1)

ZARAFSHON MILLIY TABIAT BOG‘IDA TARQALGAN ODIMCHI KAPALAKLARNING (GEOMETRIDAE) TAKSONOMIK TAHLILI

O.S.Uluqmurodova, mustaqil tadqiqotchi, O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent
M.Sh. Raximov, prof., O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent
Sh.N.Omonov, bosh mutaxassis, Muhofaza etiladigan tabiiy hududlar departamenti, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Zarafshon milliy tabiat bog‘i hududida tarqalgan odimchi kapalaklar (Lepidoptera: Geometridae) oilasining tur tarkibi va taksonomik tuzilishi tahlil qilingan. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida hududda Geometridae oilasiga mansub 4 ta kenja oila, 14 ta triba, 18 ta avlod va 31 ta tur mavjudligi aniqlandi. Aniqlangan turlarning taksonomik tarkibi tizimli ravishda tahlil qilinib, ularning kenja oila, triba va avlodlar bo‘yicha taqsimlanishi baholandi.*

Kalit so‘zlar: *Zarafshon milliy tabiat bog‘i, Lepidoptera, Geometridae, odimchi kapalaklar, taksonomiya, kenja oila, triba, avlod, tur tarkibi, lepidopterofauna, biologik xilma-xillik.*

Аннотация. *В статье представлен анализ видового состава и таксономической структуры пядениц (Lepidoptera: Geometridae), распространенных на территории Зарафшанского национального природного парка. В результате проведенных исследований на данной территории выявлен 31 вид, относящийся к 18 родам, 14 трибам и 4 подсемействам семейства Geometridae. Проведен систематический анализ выявленных видов и оценено их распределение по подсемействам, трибам и родам.*

Ключевые слова: *Зарафшанский национальный природный парк, Lepidoptera, Geometridae, пяденицы, таксономия, подсемейство, триба, род, видовой состав, лепидоптерофауна, биологическое разнообразие.*

Abstract. *This article presents an analysis of the species composition and taxonomic structure of geometer moths (Lepidoptera: Geometridae) occurring in Zarafshan National Nature Park. The study revealed 31 species belonging to 18 genera, 14 tribes, and 4 subfamilies of the family Geometridae. The taxonomic composition of the recorded species was systematically analyzed, and their distribution among subfamilies, tribes, and genera was evaluated.*

Key words: *Zarafshan National Nature Park, Lepidoptera, Geometridae, geometer moths, taxonomy, subfamily, tribe, genus, species composition, Lepidoptera fauna, biodiversity.*

Hasharotlar biologik xilma-xillikning muhim tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, tabiiy ekotizimlarda kechadigan ekologik jarayonlarda alohida o‘rin egallaydi. Ayniqsa, tangachaqanotlilar (Lepidoptera) turkumi vakillari o‘simliklar bilan chambarchas trofik munosabatda bo‘lib, ekotizimlarning holati va ularda yuz berayotgan o‘zgarishlarni baholashda muhim bioindikator guruhlardan biri hisoblanadi. Ushbu turkum tarkibidagi Geometridae oilasi turlar sonining ko‘pligi, keng geografik tarqalishi hamda turli tabiiy biotoplarda uchrashi bilan ajralib turadi. Odimchi kapalaklar (Geometridae) lichinkalarining o‘ziga xos harakatlanishi bilan boshqa tangachaqanotlilardan farqlanadi. Ularning aksariyat turlari o‘simliklar bilan oziqlanib, tabiiy fitotsenozlardagi trofik zanjirlarning shakllanishida ishtirok etadi. Shu sababli Geometridae oilasining tur tarkibi, taksonomik tuzilishi va hududiy tarqalishini o‘rganish nafaqat faunistik, balki ekologik va tabiatni muhofaza qilish nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyat kasb etadi[2].

Zarafshon milliy tabiat bog‘i o‘ziga xos tabiiy landshaftlari, to‘qay ekotizimlari hamda boy o‘simlik va hayvonot dunyosi bilan ajralib turadi. Hududning entomofaunasi biologik xilma-xillikning muhim qismini tashkil etsa-da, bu yerda tarqalgan Geometridae oilasi vakillarining zamonaviy tur tarkibi va taksonomik tuzilishiga oid ma’lumotlarni tizimlashtirish zarurati mavjud[7].

Shundan kelib chiqib, mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi Zarafshon milliy tabiat bog‘ida tarqalgan Geometridae oilasi vakillarining tur tarkibini aniqlash, ularning taksonomik tuzilishini tahlil qilish hamda kenja oila, triba va avlodlar kesimida sistematik tarkibini baholashdan iborat[4]. Tadqiqot natijalari hudud lepidopterofaunasi bo‘yicha mavjud ma’lumotlarni boyitish va kelgusida biologik xilma-xillik monitoringini tashkil etish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Unga ko‘ra Geometridae oilasi kapalaklarining taksonomik o‘rni quyidagicha:

Katta oila: Geometroidea – O‘lchovchi kapalaklar

Oila: Geometridae – Odimchi kapalaklar [3].

Kenja oila: Geometrinae Leach, 1815

Triba: Comibaenini Inoue, 1961

Avlod: Thetidia Boisduval, 1840

Tur: 1. *Thetidia smaragdaria* (Fabricius, 1787).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog‘ining 3-bo‘limida 8 nusxa: 5♀, 3♂.

Triba: Hemitheini Bruand, 1846

Avlod: Phaiogramma von Gumppenberg, 1887

Tur: 2. *Phaiogramma etruscaria* (Zeller, 1849).

Aniqlangan joyi. Zarafshon daryosi qirg‘oqlari chakalakzorlari, Zarafshon milliy tabiat bog‘i 1-bo‘lim hududilardan 11 nusxa: 9♀, 2♂.

Avlod: Heliothea Boisduval, 1840

Tur: 3. *Heliothea iliensis* (Alpheraky, 1883).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Bulung‘ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog‘ining 6-bo‘limida 4 nusxa: 3♀, 1♂.

Kenja oila: Ennominae (Duponchel, 1845)

Triba: Boarmiini Duponchel, 1845

Avlod: Nychiodes Lederer, 1853

Tur: 4. *Nychiodes antiquaria* Staudinger, 1892.

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 1,3-bo'limlarida 12 nusxa: 8♀, 4♂.

Avlod: Phaselia Guenee, 1857

Tur: 5. *Phaselia serrularia* (Eversmann, 1847).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 10 nusxa: 8♀, 2♂.

Triba: Bistonini Stephens, 1850

Avlod: Apocheima Hubner, [1825]

Tur: 6. *Apocheima cinerarium* (Erschoff, 1874).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 2, 6-bo'limlarida 9 nusxa: 6♀, 3♂.

Triba: Macariini Guenee, 1858

Avlod: Gnopharmia Staudinger, 1892

Tur: 7. *Gnopharmia cocandaria* (Erschov, 1874).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 3-bo'limida 18 nusxa: 11♀, 7♂.

Avlod: Digrammia Gumppenberg, 1887

Tur: 8. ***Digrammia rippertaria*** (Duponchel, 1830).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 1,3-bo'limlarida 16 nusxa: 9♀, 7♂.

Triba: Ourapterygini Bruand, 1846

Avlod: Artemidora Meyrick, 1892

Tur: 9. *Artemidora alpherakyi* Wagner, 1918.

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 5-bo'limida 21 nusxa: 12♀, 9♂.

Tur: 10. *Artemidora maracandaria* (Erschoff, 1874).

Sinonim nomlari: *Azelina maracandaria* Erschoff, 1874.

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 6,7-bo'limlarida 2 nusxa: 2♀, 0♂.

Triba: *ma'lum emas.*

Avlod: Odontopera Stephens, 1831

Tur: 11. *Odontopera muscularia* (Staudinger, 1892).

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 2,3,6-bo'limlarida 32 nusxa: 27♀, 5♂.

Kenja oila: Larentiinae Duponchel, 1845

Triba: Xanthorhoini Pierce, 1914

Avlod: Protorhoe Herbulot, 1951

Kenja tur: 12. *Protorhoe unicata* (Guenee, 1857).

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 1,3-bo'limlarida 12 nusxa: 8♀, 4♂.

Tur: 13. *Protorhoe tadzhikaria* Stshetkin, 1956.

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 6,7-bo'limlarida 27 nusxa: 16♀, 11♂. **Triba: Asthenini** Warren, 1893

Avlod: Agnibesa Moore, 1888

Tur: 14. *Agnibesa plumbeolineata* (Hampson, 1895).

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 7-bo'limida 2 nusxa: 2♀, 0♂.

Triba: Eupitheciini Tutt, 1896

Avlod: Eupithecia Curtis, 1825

Tur: 15. *Eupithecia centaureata* (Denis & Schiffermüller) 1775.

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 43 nusxa: 32♀, 11♂.

Tur: 16. ***Eupithecia gratiosata*** Herrich-Schäffer, 1861.

Sinonim nomlari: *Eupithecia lavata* Fuchs, 1901, *Eupithecia subseparata* Christoph, 1885.

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 61 nusxa: 52♀, 9♂.

Tur: 17. ***Eupithecia hilariata*** Dietze, 1908.

Sinonim nomlari: mavjud emas.

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 49 nusxa: 24♀, 25♂.

Tur: 18. ***Eupithecia remmi*** Viidalepp, 1988.

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy va Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 74 nusxa: 54♀, 20♂.

Triba: Perizomini Herbulot, 1961

Avlod: Martania Mironov, 2000

Tur: 19. ***Martania seriata*** (Moore, 1888).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Bulung'ur tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha 7-bo'limida 14 nusxa: 9♀, 5♂.

Triba: Melanthiini Duponchel, 1845

Avlod: Horisme Hubner, [1825]

Tur: 20. ***Horisme nigrovittata*** (Warren, 1888).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining 3-bo'limida 5 nusxa: 4♀, 1♂.

Triba: Chesiadini Stephens, 1850

Avlod: Lithostege Hubner, 1825

Tur: 21. ***Lithostege excelsata*** (Erschoff, 1874).

Aniqlangan joyi va muddati. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 45 nusxa: 29♀, 16♂.

Kenja oila: Sterrhinae Meyrick, 1892

Triba: Sterrhini Meyrick, 1892

Avlod: Idaea Treitschke, 1825

Kenja tur: 22. ***Idaea degeneraria erschoffi*** (Christoph, 1872).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 33 nusxa: 24♀, 7♂.

Tur: 23. ***Idaea rusticata*** ([Denis & Schiffermüller], 1775).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 102 nusxa: 86♀, 16♂.

Tur: 24. ***Idaea descitaria*** (Christoph, 1893).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 91 nusxa: 73♀, 18♂.

Tur: 25. ***Idaea elongaria*** (Rambur, 1833).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 56 nusxa: 33♀, 23♂.

Tur: 26. ***Idaea straminata*** (Borkhausen, 1794).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 19 nusxa: 13♀, 6♂.

Tur: 27. ***Idaea rufaria*** (Hübner, [1799]).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 62 nusxa: 49♀, 13♂.

Tur: 28. ***Idaea mancipiata*** (Staudinger, 1871).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 123 nusxa: 78♀, 45♂.

Triba: Scopulini Duponchel, 1845

Avlod: Scopula Schrank, 1802

Tur: 29. *Scopula nigrociliata* Ebert, 1965.

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 52 nusxa: 33♀, 19♂.

Tur: 30. *Scopula achrosta* Prout, 1935.

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 88 nusxa: 62♀, 26♂.

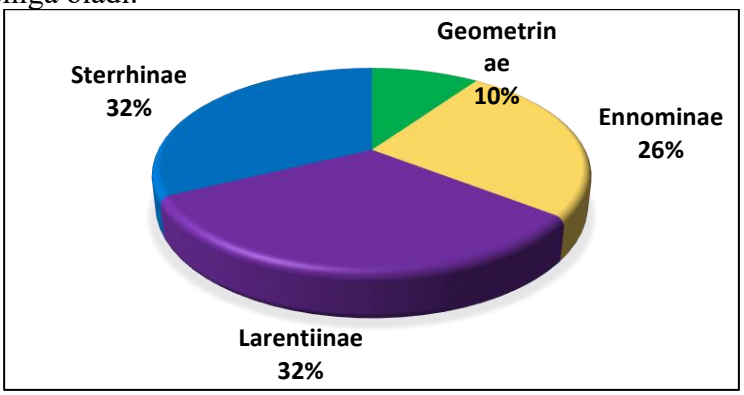
Tur: 31. *Scopula marginepunctata* (Goeze, 1781).

Aniqlangan joyi. Samarqand viloyatining Jomboy tumani, Zarafshon milliy tabiat bog'ining barcha bo'limlarida 61 nusxa: 28♀, 33♂.

Zarafshon milliy tabiat bog'i hududlarida odimchi kapalaklarning 4 ta kenja oila (Geometrinae, Ennominae, Larentiinae, Sterrhinae), 14 ta triba (Comibaenini, Hemitheini, Boarmiini, Bistonini, Macariini, Ourapterygini, Xanthorhoini, Asthenini, Eupitheciini, Perizomini, Melanthiini, Chesiadini, Sterrhini, Scopulini), 18 ta avlodga (Thetidia, Phaiogramma, Heliothea, Nychiodes, Phaselia, Apocheima, Gnopharmia, Digrammia, Artemidora, Odontopera, Protorhoe, Agnibesa, Eupithecia, Martania, Horisme, Lithostege, Idaea, Scopula) mansub 29 tur va 2 kenja turi aniqlandi. Tadqiqot hududida tarqalgan odimchi kapalaklarning Geometrinae kenja oilasi ikkita triba (Comibaenini, Hemitheini), uchta avlod (Thetidia, Phaiogramma, Heliothea) ga mansub 3 ta (*Thetidia smaragdaria* (Guenee, [1858], *Phaiogramma etruscaria* (Zeller, 1849), *Heliothea iliensis* (Alpheraky, 1883)) turni o'z ichiga oladi. Ennominae kenja oilasi 4 ta triba (Boarmiini, Bistonini, Macariini, Ourapterygini), 7 ta avlodga (Nychiodes, Phaselia, Apocheima, Gnopharmia, Digrammia, Artemidora, Odontopera) mansub 8 turni (*Nychiodes antiquaria* Staudinger, 1892, *Phaselia serrularia* (Eversmann, 1847), *Apocheima cinerarium* (Erschoff, 1874), *Gnopharmia cocandaria* (Erschov, 1874), *Digrammia rippertaria* (Duponchel, 1830), *Artemidora alpherakyi* Wagner, 1918, *Artemidora maracandaria* (Erschoff, 1874), *Odontopera muscularia* (Staudinger, 1892)) o'z ichiga oladi.

Larentiinae kenja oilasi 6 ta triba (Xanthorhoini, Asthenini, Eupitheciini, Perizomini, Melanthiini, Chesiadini), 6 ta avlodga (Protorhoe, Agnibesa, Eupithecia, Martania, Horisme, Lithostege) mansub 9 tur va 1 kenja turni (*Protorhoe unicata centralisata* (Staudinger, 1892), *Protorhoe tadzhikaria* Stshetkin, 1956, *Agnibesa plumbeolineata* (Hampson, 1895), *Eupithecia centaureata* (Denis & Schiffermüller) 1775, *Eupithecia gratiosata* Herrich-Schäffer, 1861, *Eupithecia hilariata* Dietze, 1908, *Eupithecia remmi* Viidalepp, 1988, *Martania seriata* (Moore, 1888), *Horisme nigrovittata* (Warren, 1888), *Lithostege excelsata* (Erschoff, 1874)) o'z ichiga oladi.

Sterrhinae kenja oilasi 2 ta triba (Sterrhini, Scopulini), 2 ta avlodga (Idaea, Scopula) mansub 9 tur va 1 kenja turni (*Idaea degeneraria erschoffi* (Christoph, 1872), *Idaea rusticata* ([Denis & Schiffermüller], 1775), *Idaea descitaria* (Christoph, 1893), *Idaea elongaria* (Rambur, 1833), *Idaea straminata* (Borkhausen, 1794), *Idaea rufaria* (Hübner, [1799]), *Idaea mancipiata* (Staudinger, 1871), *Scopula nigrociliata* Ebert, 1965, *Scopula achrosta* Prout, 1935, *Scopula marginepunctata* (Goeze, 1781)) o'z ichiga oladi.



1-rasm. Tadqiqot hududida tarqalgan odimchi kapalak turlarining kenja oilalarga nisbatan ulushi.

Hududda tarqalgan odimchi kapalaklarning eng ko'p uchragan turlari (10 turdan) Larentiinae va Sterrhinae kenja oilalariga to'g'ri keldi.

Tadqiqot hududida tarqalgan odimchi kapalaklarning 3 turi ya'ni, 10 % turlar Geometrinae kenja oilasiga, 8 turi ya'ni, 26 % turlar Ennominae kenja oilasiga, 10 turi ya'ni, 32 % turlar Larentiinae kenja oilasiga, 10 turi ya'ni, 32 % turlar Sterrhinae kenja oilasiga to'g'ri keladi (1-rasm).

Zarafshon milliy tabiat bog'i hududlarining tuqayzor, o 'rmon, tog' yonbag'ri va daryo atrofi biotoplarida odimchi kapalaklarning 4 ta kenja oila, 14 ta triba, 18 ta avlodga mansub 31 ta tur va kenja turlari aniqlandi, shundan 6 tur (*Phaselia serrularia* (Eversmann, 1847), *Protorhoe tadzhikaria* Stshetkin, 1956, *Martania seriata* (Moore, 1888), *Horisme nigrovittata* (Warren, 1888), *Idaea elongaria* (Rambur, 1833), *Idaea straminata* (Borkhausen, 1794)) odimchi kapalaklar O'zbekiston faunasi uchun ilk bor qayd etildi.

Hududlarda Larentiinae kenja oilasi 6 ta triba (Xanthorhoini, Asthenini, Eupitheciini, Perizomini, Melanthiini, Chesiadini), 6 ta avlodga (Protorhoe, Agnibesa, Eupithecia, Martania, Horisme, Lithostege) mansub 9 tur va 1 kenja turi (*Protorhoe unicata centralisata* (Staudinger, 1892), *Protorhoe tadzhikaria* Stshetkin, 1956, *Agnibesa plumbeolineata* (Hampson, 1895), *Eupithecia centaureata* (Denis & Schiffermüller) 1775, *Eupithecia gratiosata* Herrich-Schäffer, 1861, *Eupithecia hilariata* Dietze, 1908, *Eupithecia remmi* Viidalepp, 1988, *Martania seriata* (Moore, 1888), *Horisme nigrovittata* (Warren, 1888), *Lithostege excelsata* (Erschoff, 1874)) hamda Sterrhinae kenja oilasi 2 ta triba (Sterrhini, Scopulini), 2 ta avlodga (Idaea, Scopula) mansub 9 tur va 1 kenja turi (*Idaea degeneraria erschoffi* (Christoph, 1872), *Idaea rusticata* ([Denis & Schiffermüller], 1775), *Idaea descitaria* (Christoph, 1893), *Idaea elongaria* (Rambur, 1833), *Idaea straminata* (Borkhausen, 1794), *Idaea rufaria* (Hübner, [1799]), *Idaea mancipiata* (Staudinger, 1871), *Scopula nigrociliata* Ebert, 1965, *Scopula achrosta* Prout, 1935, *Scopula marginepunctata* (Goeze, 1781)) aniqlandi va ushbu kenja oilalarga mansub turlar yuqori xilma-xilligi bilan boshqa kenja oilalardan farq qiladi.

Zarafshon milliy tabiat bog'i hududlarida tur soni kam bo'lgan 1 ta kenja oilasi mavjud bo'lib, ulardan odimchi kapalaklarning Geometrinae kenja oilasi ikkita triba (Comibaenini, Hemitheini), uchta avlod (Thetidia, Phaiogramma, Heliothea) ga mansub 3 ta (*Thetidia smaragdaria* (Guenee, [1858], *Phaiogramma etruscaria* (Zeller, 1849), *Heliothea iliensis* (Alpheraky, 1883)) tur kiradi.

Tadqiqot hududida tarqalgan odimchi kapalaklar turli biotoplar bo'yicha tur tarkibi va miqdori farq qiladi. Mazkur holat turlarning oziqlanish xususiyati bilan izohlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Азимов Д.А., Бекузин А.А., Давлетшина А.Г., Кадырова М.К. Насекомые Узбекистана — Тошкент.: Фан АН РУз, 1993. 340 с.

2. Щёткина Ю.Л. Высшие чешуекрылые песков Вахшской долины (Lepidoptera, Rhopalocera и Heterocera). — Душанбе: Изд-во АН ТаджССР, 1965.— 194 с.

3. Murillo-Ramos L., Brehm G., Sihvonen P., Hausmann A., Holm S., Reza Ghanavi H., Õunap E., Truuverk A., Staude H., Friedrich E., Tammaru T., Wahlberg N. (2019).

4. A comprehensive molecular phylogeny of Geometridae (Lepidoptera) with a focus on enigmatic small subfamilies // PeerJ. – 7. doi:10.7717/peerj.7386.

5. Omonov S. N., Rahimov M. S., Askarova M. R., Khomidova G. O. "Taxonomic analysis of hawk moths (Lepidoptera, Sphingidae) of Samarkand region". International Journal of Entomology Research, Volume 8, Issue 5, 2023, Pages 14-17.

6. Рахимов М. Ш., Омонов Ш. Н. Морфологические особенность фауны бражников (Insecta: Lepidoptera, Sphingidae) Самаркандской области //Современная биология и генетика. – 2023. – Т. 2. – №. 4. – С. 51-60.

7. Scoble M. J. (1999). Geometrid Moths of the World: A Catalogue. – CSIRO Publishing.

8. Scoble M. J. (1999). Geometrid Moths of the World: A Catalogue (Lepidoptera, Geometridae). – Vol. 1–2. – Stenstrup: CSIRO Publishing and Apollo Books. – 1016 p.

UDC: 581.1:582.762.1:631.416.1

DETERMINATION OF THE STAGES OF ONTOGENESIS OF *NIGELLA SATIVA L.* IN HIGHLY SALINE SOIL CONDITIONS

N.M.Umurzakova, Senior researcher, International Innovation Center of the Aral sea region (IICAS), Nukus

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda Nukusning yuqori sho'rlanish sharoitida Nigella sativa L. o'simligining (ekilgan qora urug') individual rivojlanish (ontogenez) davrlari o'rganildi. Fenologik kuzatishlar va morfometrik tahlillar asosida o'simlikning yashirin, vegetativ (ko'chat, yosh, yetilmagan) va generativ (kurtak ochish, gullash, meva berish) bosqichlari aniqlandi va ularning davomiyligi va morfologik xususiyatlari tavsiflandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, sho'rlanish sharoitida ekilgan qora zira yuqori ekologik moslashuvchanlikni ko'rsatdi va rivojlanish sikli 115-124 kunni tashkil etdi. Ontogenez davomida kuzatilgan generativ organlarning intensiv o'sishi va shakllanishi uning dorivor xom ashyo sifatidagi ahamiyatini ko'rsatadi. Olingan natijalar sho'rlanish hududlarida Nigella sativa L. ni samarali etishtirish, uni selektsiya va farmatsevtikada qo'llash uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.*

Kalit so'zlar: *Nigella sativa L., ontogenez, sho'rlanish, morfologiya, fenologiya, hosildorlik.*

Аннотация. *В данном исследовании изучались периоды индивидуального развития (онтогенеза) растения Nigella sativa L. (посеянного черного тмина) в условиях высокой засоленности Нукуса. На основе фенологических наблюдений и морфометрического анализа были определены латентная, вегетативная (сеянцы, ювенильные, незрелые) и генеративная (почкование, цветение, плодоношение) стадии развития растения, описаны их продолжительность и морфологические характеристики. Результаты исследования показали, что в условиях засоления посеянный черный тмин обладает высокой экологической адаптивностью, а цикл развития составляет 115-124 дня. Интенсивный рост и формирование генеративных органов, наблюдаемые в процессе онтогенеза, указывают на его важность как лекарственного сырья. Полученные результаты служат научной основой для эффективного выращивания Nigella sativa L. в засоленных регионах, его использования в селекции и фармацевтике.*

Ключевые слова: *Nigella sativa L., онтогенез, засоленность, морфология, фенология, урожайность.*

Abstract. *In this study, the periods of individual development (ontogenesis) of the Nigella sativa L. plant (sown black seed) in the highly saline conditions of Nukus were studied. Based on phenological observations and morphometric analyses, the latent, vegetative (seedling, juvenile, immature), and generative (budding, flowering, fruiting) stages of the plant were determined, and their duration and morphological characteristics were described. The research results showed that in saline conditions, sown black cumin showed high environmental adaptability, and the development cycle was 115-124 days. The intensive growth and formation of generative organs observed during ontogenesis indicate its importance as a medicinal raw material. The obtained results serve as a scientific basis for the effective cultivation of Nigella sativa L. in saline regions, its use in breeding and pharmaceuticals.*

Key words: *Nigella sativa L., ontogenesis, salinity, morphology, phenology, yield.*

Introduction. Plant ontogenesis is the process of individual development from the appearance of seeds to their natural death (Kondrateva-Melville, 1979). In each plant species, this process is formed under the influence of hereditary factors, environmental conditions, and the environment (Kirpichnikov, 1969; Laxtin, 1972). Although the periods of ontogenesis are classified differently, in general, stages of dormancy (latent), vegetative (virginal), generative, and aging (senile) are distinguished (Levina, 1981; Zhukova, 1988).*Nigella sativa* L. (sown black seed) has long been known as a medicinal and food plant, and its seeds have been used since ancient times due to their medicinal properties (Randhawa and Al-Ghamdi, 2002; Ali & Blunden, 2003). The seeds of this plant are triangular, 2.5-3.0 mm long, the surface is uneven and black, the weight of 1000 seeds is on

average 2.1 g (Jansen, 1981; The development of medicinal plants in saline soil conditions is of particular importance, as they demonstrate mechanisms of adaptation to stress factors (Kadyrov and Rakhimova, 2021; Kosemura & Yamamoto, 2017). Studying the morphological and physiological changes of *Nigella sativa* L. based on phenological observations allows us to assess the ecological adaptability of this species. Therefore, in this study, the ontogenesis and phenology of planted seeds under saline conditions were analyzed.

Research objective. Study of the stages of ontogenetic development, phenophases, and morphometric indicators of the plant Nigella sativa L. (sown black seed) under saline conditions.

Object of research. Nigella sativa L. (sown black seed), grown on saline soils in the conditions of Nukus, Republic of Karakalpakstan.

Materials and styles. The experiment was conducted in 2022-2024 at the Nukus-Samanbay experimental site. In saline soil conditions, Nigella sativa L. seeds were sown in April. During phenological observations, stages of ontogenesis (latent, virginal, generative), growth dynamics, and morphometric characteristics (number of leaves, stem height, root length) were recorded. Observation and measurement work was carried out according to the methodology of Levina (1981) and Nikitin and Nosov (1991).

Results of research on the ontogenesis of Nigella sativa L.

1. Latent period

The latent period encompasses the period from seed maturity to seed germination. The latent or dormant period is characterized by seeds remaining dormant, meaning they do not begin to germinate. In the conditions of Nukus, the period of mass ripening or maturation of seeds corresponds to the second to third ten-day periods of July or the first ten-day period of August. This can occur earlier or later, depending on the sowing date and air temperature. When the seeds are fully ripe, a hard seed coat forms. The hardening period of this seed coat in sown sedana lasts 8-9 months, that is, until favorable climatic conditions for seed germination appear in natural conditions. Usually, in the conditions of Nukus, the most favorable time for sowing black cumin seeds is April or May. When black cumin seeds are stored for one year, germination rates are high, exceeding 95%. Seeds retain germination well for up to 3 years. It completely loses its viability after 5 years. The seeds of *L. royleana* are dark black. Its original name comes from the Latin word "niger," meaning "black." For this reason, it was named *Nigella* (Jansen, 1981; Mahr, 2009). The shape of the seed is triangular, the surface is uneven and glabrous, about 2.5-3.0 mm long, 1.3-2.0 mm wide, narrowed towards the base. The weight of 1000 seeds is 2.1 grams (Fig. 1).



Figure 1. *Nigella sativa* L. external appearance and weight of 1000 seeds.

2. Virginil (vegetative) period

The vegetative period consists of the germinal, juvenile, and immature stages, which serve as preparation for generative development.

- *Grass stage* (12 days): from seed germination to true leaf emergence. The plant germinates in an epigeal type. Main root length 1.7-2.1 cm, cotyledon length 0.6-0.9 cm. It lasted 2 days longer than in Tashkent conditions.

As is known from the literature, the germination period of sown black seedlings in the conditions of Tashkent is 8-12 (on average 10) days, in the southern regions 10-12 (on average 11) days [Mahmudov A V, Abduraimov O S, Erdonov Sh B, Gayibov U G, Yu I L. Bioecological features of Nigella sativaL. in different conditions of Uzbekistan. Plant Science Today. 9 (2): 421-426. https://doi.org/10.14719/pst.1510]. As can be seen from this, the plant's germination period was longer by 2 days compared to plants grown in non-saline soil conditions of the Tashkent and Kashkadarya oases.



Fig. 2. *Nigella sativa* L. seed germination

- *Juvenile stage* (15-20 days): from the first true leaves to branching. Leaves are three-lobed, complex in shape, arranged in a rosette. Plant height 8-10 cm. The first true leaves appeared on average 12 days after the emergence of cotyledons, i.e., 26 days after sowing the seeds. The initial true leaf is three-lobed, divided into 2/3 parts, the leaf blade tip is blunt, sessile, sitting on the stem, or thick, short-stalked, 1-1.5 mm wide and long, semi-tubular. The second and third true leaves began to form after 4-5 days, and the subsequent ones after 3-4 days. Their shape is also three-parted, the lateral parts are whole or divided into 2/3 parts, the central part is divided into 2/3 parts, the tip of the leaf blade is sharper than the previous ones, the length of the leaf blade is 1.2-1.5 cm. Starting from the second or third true leaves, the leaves are long-stalked, 1.5-2 cm long.



Figure 3. *Nigella sativa* L. Juvenile plant appearance.

The petioles form the false stem, therefore the petioles are semi-tubular, short and thick,

surrounding the apical growth point of the false stem. The leaf blades are mainly dissected into three parts, and in subsequent leaves, the fragments of each part increase and belong to the complex dissected leaf type. The leaves appearing during this period are rosette-shaped, that is, they are arranged in clusters on a very short stem. The average height of the plants was 8-10 cm (Fig. 3).

It was noted that the juvenile stage lasts 15-20 days.

- *Immature stage* (25-30 days): from the formation of first-order branches to budding. The root system strengthens, and lateral roots develop. The plant reaches a height of 20-25 cm. In saline conditions, this period lasted 15-20 days longer than in other regions.

3. Generative period. This period included the stages of budding, flowering, fruiting, and seed formation. In the conditions of Nukus, budding was observed at the end of May - beginning of June. Flowering lasted 30-35 days. The fruiting and seed formation stage lasted until August.



Figure 5. Nigella sativa L.

This period begins with the appearance of a bud at the tip of the main stem. The plant bushes entered the budding phase in the last ten days of May. At the beginning of the budding period, the plant height was 22-27 cm, and by the end 35-40 cm. The main stem had 15-18 leaves. The leaves on the stem were arranged alternately, the length of the leaves in the upper part was 1.5-2 cm, in the middle part - 2.5-4 cm, and in the lower part - 4.5-6 cm. The main root is 15-17 cm long and consists of 7-11 secondary and tertiary branched lateral roots. The length of the lateral roots was 2-8 cm, the width - 0.1-0.5 cm. The period of complete formation of each bud was 12-14 days (Fig. 5).

The flowering period of sown fennel began in the second decade of June (11-12 June). Massive flowering occurred in the first ten days of July. At this time, the plant height was 42-46 cm. The number of flowers on one bush was 16-31. A single flower bloomed for an average of 4-6 days, while a single plant bloomed for 12-18 days. The end of flowering coincided with the end of July and the beginning of August. The total duration of the flowering period was 50-55 days.

Generative phase bush appearance.

The potential seed productivity of sowing fennel depends on the number of flowers on one plant. The number of flowers per plant in sown black cumin was 16-31, averaging from 21.77 to 25.17 during the observation years (Table 1).

Number of flowers per plant of sown black cumin (2022-2024)

Options	Average indicator by number of flowers, pcs.			Statistical analysis					
				Σ	V	P	N	% vs. control	Difference between control and variants, t
Sown in the second decade of April 2022(April 12)									
Control	16.11	±	0.99	4.2	25.6	6.0	18	100.0	0.00
Biohumus	17.07	±	1.10	4.7	27.4	6.5	18.	106.7	0.75
Biothropic	17.26	±	0.99	4.2	24.5	5.8	18.	107.3	0.77
Sown in the second ten days of May 2023 (May 4)									
Control	23.17	±	1.48	6.3	26.9	6.4	18.	100.0	0.00
Biohumus	27.02	±	1.74	7.4	27.5	6.5	18.	117.1	1.69
Biothropic	24.87	±	1.39	5.9	23.4	5.5	18.	107.6	0.83
Sown in the second ten days of April 2024(April 13)									
Control	26.04	±	2.62	11.1	41.8	9.8	18.	100.0	0.00
Biohumus	31.41	±	3.31	14.1	43.4	10.2	18.	119.9	1.04
Biothropic	28.41	±	3.12	13.3	44.6	10.5	18.	107.8	0.21
Average									
Control	21.77	±	1.70	7.2	31.4	7.4	18.	100.0	0.00
Biohumus	25.17	±	2.05.	8.7	32.8	7.7	18.	114.6	1.16
Biothropic	23.51	±	1.83	7.8	30.8	7.3	18.	107.6	0.60

In the conditions of Nukus, the indicator of real seed productivity was 97.6%. As mentioned above, the ovary, or gynoecium, consists of 5 carpels. Each cotyledon leaf contains 9.4-9.7 germ buds. The total number of spikelets per plant ranged from 737.3 to 1248.23 over the years (1-table), resulting in a potential seed yield of 2.95 - 3.07 g per plant.

Table 1

Potential and real seed productivity of sown black seed

Biometric indicators	Years		
	2022	2023	2024
Number of potential flowers per plant, pcs.	16.11±0.99	23.17±1.48	26.04±2.62
Number of real flowers per bush, pcs.	15.75±0.84	22.87±0.95	25.84±1.16
Potential number of petals per flower, pcs.	5±0.02	5±0.02	5±0.02
Number of real petals per flower, pcs.	4.98±0.02	4.98±0.02	4.98±0.02
Number of potential ovules per leaf, pcs.	9.4±0.4	9.6±0.5	9.7±0.3
Number of real germs per leaf, pcs.	9.4±0.4	9.6±0.5	9.7±0.3
Number of potential germs per plant, pcs.	757.17	1112.16	1262.94
Number of real germs per plant, pcs.	737.3	1093.37	1248.23

Based on the weight of 1000 seeds and the sowing scheme, the yield of sown black seed was determined (Table 1).

Table 2

Seed yield of sown black seed

Biometric indicators	Years		
	2022	2023	2024
Number of balls in 1 row	666.67	666.67	666.67
Number of rows per 1 ha	166.67	166.67	166.67
Number of real germs per plant, pcs.	737.3	1093.37	1248.23
Seed productivity, grams	1.55	2.30	2.62
Seed Yield, kg/ha	172.23	255.56	291.11

As can be seen from the table above, with a sowing scheme of 45x15 and the weight of 1000 seeds of 2.1 grams, the seed yield per hectare was 172.23 kg/ha in 2022, 255.56 kg/ha in 2023, and 291.11 kg/ha in 2024.

Differences in seed productivity of sown black cumin over the years depended on the number of real germ buds of the plant, and it was established that the presence or absence of germ buds is directly proportional to the quality of seeds, i.e., the location of the germ bud in the ovule, favorable climatic conditions, i.e., the lack of resources as a result of disruption of substance transport in unfavorable conditions, ant ecological characteristics, and timely implementation of agrotechnical measures.

The total duration of the fruiting period was 50-55 days, just like the duration of the flowering period. In the second ten days of September, the fruiting process was completed. By this time, the size of the carpels was 1.8-2.4 cm. At the same time, the plant's ontogenesis period was fully completed.

Conclusion. In conclusion, in 2022-2024, the ontogenesis *of N. sativa* underwent complete stages in the highly saline conditions of the city of Nukus, characterized by specific morphological and physiological features. The plants adapted well to climatic conditions and were resistant to temperature and humidity fluctuations. The intensive passage of all periods of ontogenesis indicates the high ecological adaptability and biological activity of the species. There were slight differences in the duration of the stages of ontogenesis depending on the years, but the overall developmental cycle was 120-130 days. The stages of ontogenesis develop in a specific sequence and are closely related to environmental factors (temperature, humidity).

The results obtained on the basis of observing the stages of ontogenesis of this species serve as an important scientific basis for its cultivation, reproduction, use as a medicinal raw material, and application in breeding programs.

REFERENCES:

1. Kondratyeva-Melville, I. A. Ontogenesis of Plants. - Тошкент, 2020. - 245 p.
2. Levina, R. E. Phenology of Plants. - Leningrad: LGU Publishing House, 1981. - 312 p.
3. Zhukova, L. A. Ontogenetic Development of Plants. - Тошкент, 2020. - 280 p.
4. Laxtin, A. G. Ontogenesis and Evolution of Plants. - Тошкент, 2020. - 198 p.

5. Kirpichnikov, M. E. Genetics with the Fundamentals of Selection. - Тошкент, 2016. - 520 p.
6. Nikitin, V. V., Nosov, N. N. Plant Ontogenesis: Structure and Regularities. - Тошкент, 2020. - 340 p.
7. Jansen, P. Nigella sativa and related species. Economic Botany, 1981, 35 (2): 187-190.
8. Mahr, N. Black cumin (*Nigella sativa L.*): uses and benefits. Journal of Herbal Medicine.

UO'K 581.143;582.734

ABELMOSCHUS MANIHOT (L). MEDIK O'SIMLIGIGA IN-VITRO SHAROITIDA GORMONSIZ OZUQA MUHITINING TA'SIRINI O'RGANISH

N.M.Usmanova, o'qituvchi, Nizomiy nomidagi O'zbekiston Milliy Pedagogika Universiteti, Toshkent
D.T.Xamrayeva, ye.i.x., b.f.d., O'zRFA Botanika instituti, Toshkent
T.F.Aripov, akademik, b.f.d., Bioorganik kimyo instituti, Toshkent
U.G.Gayibov, kat.i.x., PhD, Bioorganik kimyo instituti, Toshkent
S.N.Gayibova, kat.i.x., PhD, Bioorganik kimyo instituti, Toshkent
D.Sh.Abduazimova, tayanch doktorant, Bioorganik kimyo instituti, Toshkent
G.B.Nasyrova, kich.i.x., Bioorganik kimyo instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Dorivor o'simliklar ilmiy tadqiqotlar asosida dorivor xususiyatlarga ega ekani aniqlangan, sog'liq uchun klinik jihatdan foydali ekanligi isbotlangan o'simliklardir. Tabiiy mahsulotlar tarixan dorivor moddalarning muhim manbai bo'lib kelgan va hozirgi kunda ularning terapevtik faolligi sababli tobora ommalashib bormoqda. Abelmoschus manihot (L.) Medik o'zida bioflavonoidlar va polisaxaridlar kabi biologik faol moddalarni saqlashi bilan istiqbolli dorivor o'simlik hisoblanadi, uni laboratoriya sharoitida in-vitro usulda ko'paytirish esa bir qator afzalliklarga ega. Ushbu maqolada Abelmoschus manihot urug'larini gormonsiz ozuqa muhitida in-vitro sharoitida ko'paytirish va samarali sterilizatsiya rejimini tanlash bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Aniqlanishicha, tabiiy sharoitda o'simlik urug'larining unuvchanligi 23,5–46,5 % ni tashkil etsa, tanlab olingan sterilizatsiya usuli qo'llanilganda in-vitro sharoitida bu ko'rsatkich 90% ga yetdi, bu esa yuqori sterillik va o'simliklarning yashovchanligini ta'minlaganidan dalolat beradi.*

Kalit so'zlar. *Abelmoschus manihot, in-vitro, kallus to'qima, maysa bosqichi, yuvenil bosqich, MS ozuqa muhiti, sterilizatsiya, urug' unuvchanligi, laminar apparati.*

Аннотация. *Лекарственные растения — это растения, лечебные свойства которых научно доказаны, а их клиническая эффективность для здоровья человека подтверждена исследованиями. Природные продукты исторически являются важным источником лекарственных средств и в настоящее время приобретают всё большую популярность благодаря своей терапевтической активности. Abelmoschus manihot (L.) Medik считается перспективным лекарственным растением, поскольку содержит биологически активные соединения, такие как биофлавоноиды и полисахариды. Размножение данного растения в лабораторных условиях методом in vitro обладает рядом преимуществ. В настоящей статье представлены результаты исследований по проращиванию семян Abelmoschus manihot на безгормональной питательной среде MS в условиях in vitro, а также по подбору эффективного режима стерилизации. Установлено, что если всхожесть семян в естественных условиях составляла 23,5–46,5 %, то при использовании оптимального режима стерилизации в условиях in vitro этот показатель достигал 90 %, что свидетельствует о высокой эффективности стерилизации и обеспечении жизнеспособности растений.*

Ключевые слова*: Abelmoschus manihot, in vitro, каллусная ткань, стадия проростка, ювенильная стадия, питательная среда MS, стерилизация, всхожесть семян, ламинарный бокс.*

Abstract. *Medicinal plants are plants whose therapeutic properties have been scientifically verified and whose clinical benefits for human health have been demonstrated through research. Natural products have historically served as an important source of medicinal compounds and continue to gain increasing attention due to their therapeutic potential. Abelmoschus manihot (L.) Medik is considered a promising medicinal plant because it contains biologically active compounds*

such as bioflavonoids and polysaccharides. Propagation of this species under laboratory conditions using in vitro techniques offers several advantages. This article presents the results of research on the in vitro germination of Abelmoschus manihot seeds on hormone-free MS nutrient medium and the selection of an effective sterilization protocol. The results showed that while seed germination under natural conditions ranged from 23.5% to 46.5%, the application of the selected sterilization protocol increased the germination rate to 90% under in vitro conditions, indicating high sterilization efficiency and improved plant viability.

Key words: *Abelmoschus manihot, in vitro, callus tissue, seedling stage, juvenile stage, MS nutrient medium, sterilization, seed germination, laminar flow cabinet.*

Kirish. *Abelmoschus manihot* (ayniqsa Xitoyda keng tarqalgan) – dorivor va iste'mol qilinadigan o'simlik hisoblanadi. Uning gullaridan ajratilgan bioflavonoidlar angiogenez jarayonini faollashtirish xususiyatiga ega ekani va yara bitishini tezlashtirishi eksperimental tadqiqotlarda tasdiqlangan (Tang va boshq., 2017). O'simlik ildizlaridan ajratib olingan polisaxaridlar esa antioksidant va namlik saqlash xususiyatlariga ega bo'lib, kosmetika sanoatida qo'llanilishi mumkinligi ko'rsatilgan (Wang va boshq., 2024). Shu bilan birga, o'simlikning ildiz, poya, barg va urug' kabi qismlari bo'yicha tadqiqotlar hali yetarli emas, bu esa uning resurslarini chuqur o'rganish zaruriyatini ko'rsatadi (Qiong-hui va boshq., 2018).

O'simlik to'qimalarini kulturaga kiritish – o'simliklar, urug'lar va ularning turli qismlarini aseptik sharoitda, sun'iy ozuqa muhitida in-vitro yetishtirishni anglatadi (Biradar, 2018). Bunday usul tabiiy sharoitga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: nazorat qilinadigan sharoitda o'simlik to'qimalari va hujayralarining tez ko'payishini ta'minlaydi hamda metabolitlarning to'planishini aniq o'rganish va o'lchash imkonini beradi. Ozuqa muhitlari orasida eng ko'p qo'llaniladigani makro- va mikroelementlar, uglerod manbai hamda vitaminlar majmuasidan iborat Murashige–Skoog (MS) muhiti bo'lib, u o'simlik to'qimalarini oziqlantirish va rivojlantirish uchun optimal sharoit yaratadi (Murashige, Skoog, 1962; Jayaram Reddy, 2024).

In-vitro sharoitida muvaffaqiyatli kulturaga kiritishning asosiy sharti – eksplantlarning yuqori darajada steril bo'lishidir. Turli o'simlik turlari uchun sterilizatsiya rejimini optimallashtirish kontaminatsiya darajasini kamaytirish va urug'larning unuvchanligini oshirish imkonini berishi bir qator tadqiqotlarda ko'rsatilgan: paxta (*Gossypium*) urug'larida turli sterilizatsiya usullarining unuvchanlik va kontaminatsiya darajasiga ta'siri o'rganilgan (Barampuram va boshq., 2014), Malvaceae oilasiga mansub *Althaea officinalis* o'simligida sterilizatsiya rejimini tanlash unuvchanlik darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan (Younesikelaki va boshq., 2016), shuningdek, Xitoyda *Abelmoschus manihot* uchun urug'dan steril nihollar olishning maxsus texnologik usuli patentlangan (CN101715729A, 2010). Shu bilan birga, yog'ochsimon o'simliklarda sterilizatsiyadan keyingi bosqichlarda o'simlik rivojlanishini davom ettirish uchun ozuqa muhitiga o'sish regulyatorlarini qo'shish zarurligi ham qayd etilgan (Gu va boshq., 2022). Yuqoridagilardan kelib chiqib, O'zbekiston sharoitida yetishtirilgan *Abelmoschus manihot* urug'lari uchun samarali sterilizatsiya rejimini ishlab chiqish va uni tabiiy sharoitdagi unuvchanlik ko'rsatkichlari bilan solishtirish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Ishning maqsadi – *Abelmoschus manihot* o'simligi urug'larini gormonsiz ozuqa muhitida in-vitro sharoitida ko'paytirishning samarali sterilizatsiya usulini ishlab chiqish va urug'larning unuvchanligini tabiiy sharoitdagi ko'rsatkichlar bilan qiyosiy baholashdan iborat.

Material va metodlar. Tadqiqot obyekti sifatida *Abelmoschus manihot* (L.) Medik o'simligining urug'lari olindi. Ishlash uchun 48 ta shisha bankalar avtoklavda 120 °C haroratda 20 daqiqa davomida sterilizatsiya qilindi. Eksplantlarni ko'paytirish maqsadida 1 l uchun gormonsiz ozuqa muhiti quyidagi tarkibda tayyorlandi: 800 ml distillangan suv, 20 g saxaroza, 20 ml MS I, 20 ml MS II, 20 ml MS III, 0,1 g inozitol, 18 tomchi KOH, 5,6 g agar-agar. Ozuqa muhiti sifatida MS I va MS II eritmalaridan 20 ml dan olinib, muhit avtoklavda sterilizatsiya qilindi.

Urug'larning sirt sterilizatsiyasi quyidagi tartibda amalga oshirildi: urug' po'stining qalinligiga qarab urug'lar 5–30 daqiqa davomida temirosal eritmasida ushlab turildi (tanlangan namunalar uchun ekspozitsiya vaqti 30 daqiqa bo'ldi, chunki uzoqroq muddat urug'ning kuyib ketishiga olib kelishi

mumkin). So‘ngra parazit zamburug‘lar va bakteriyalarni yo‘qotish maqsadida urug‘larga past konsentratsiyali sianid kislotasi eritmasi bilan ishlov berildi (kuchli kislota bo‘lgani sababli ushbu bosqich yuqori ehtiyotkorlik bilan bajarildi). Ishlov berilgan urug‘lar sterilizatsiya eritmasidan qisqich yordamida chiqarilib, namligini yo‘qotish uchun steril filtr qog‘ozda 10 daqiqa quritildi. Har bir urug‘ alohida qisqich yordamida avtoklavda dezinfeksiya qilingach, gormonsiz ozuqa muhiti solingan bankachalarga o‘tkazildi. Barcha amaliyotlar laminar apparatida aseptik sharoitda bajarildi, asboblar har bir amaliyotdan so‘ng 96% etil spirt bilan dezinfeksiya qilindi. *Abelmoschus manihot* urug‘lari 2 ta bankada joylashtirildi (25 donadan 4 qaytariqda).

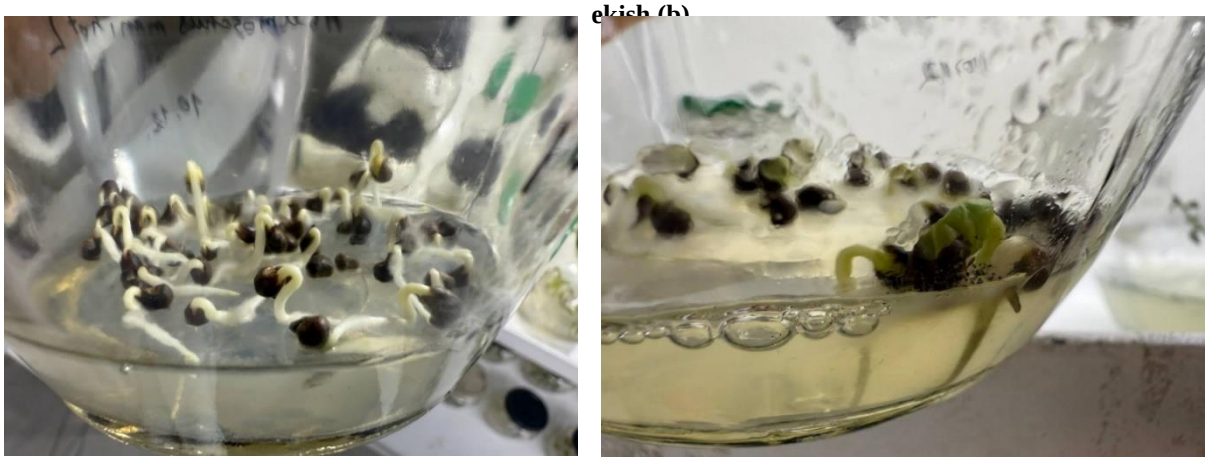
Natijalar. Tabiiy sharoitda *Abelmoschus manihot* urug‘larining unuvchanligi nisbatan past bo‘lib, o‘rtacha 23,5–46,5 % ni tashkil etadi. Tadqiqotimizda tanlab olingan sterilizatsiya rejimi natijasida *in-vitro* sharoitida urug‘larning unish darajasi 90 % ga yaqinlashdi. Bu natija urug‘larni zararkunanda mikroorganizmlardan xoli qilishda tanlangan sterilizatsiya usulining samaradorligini, ya’ni yuqori sterillik va o‘simliklarning yashovchanligini ta’minlaganini ko‘rsatadi.

Tajriba 2025-yil 10-dekabrda boshlandi: yuqorida keltirilgan rejim asosida ishlov berilgan urug‘lar gormonsiz ozuqa muhitiga ekildi (1-rasm). Ekishdan 5 kun o‘tgach, 2025-yil 15-dekabrda urug‘larning unib chiqishi kuzatildi (2-rasm).



a **b**

1-rasm. Ozuqa muhitini tayyorlash jarayoni (a) va *Abelmoschus manihot* urug‘larini ozuqa muhitiga ekish (b)



2-rasm. Urug‘larni unib chiqishi (2025 yil 15- dekabr).

Rasmlarda ko‘rinib turganidek, murtak o‘q organlarining rivojlanishi kuzatildi: bu jarayon urug‘dagi embrionning shakllanishi va undan keyin vegetativ organlarning hosil bo‘lish bosqichini anglatadi. Urug‘ po‘sti asta-sekin tushib, dastlabki ildizcha, poyacha va bargcha rivojlandi, o‘simliklar rivojlanishning maysa bosqichiga o‘tdi.

In-vitro sharoitida 100 % sterillikka birinchi urinishdayoq erishish imkoni bo‘lmadi: dastlab ekilgan o‘simliklarning bir qismi kasallanib nobud bo‘ldi. Shu sababli jarayon qayta takrorlandi – 29-dekabr kuni urug‘lar qayta sterilizatsiya qilinib, gormonsiz ozuqa muhitiga (BG) qayta ekildi.

2026-yil 7-yanvarda (qayta ekishdan 9 kun o‘tgach) *Abelmoschus manihot* ilk chinbarglarini chiqarib, maysa bosqichidan yuvenil bosqichga o‘tdi (3-rasm). Bu bosqichda har bir o‘simlikning barglaridan o‘rtacha 5–6 tadan qaychi yordamida kesib olinib, 4 ta bankaga (BG) ko‘chirildi; barcha amaliyotlar laminar apparatida steril sharoitda bajarildi, asboblar har bir ko‘chirishdan so‘ng 96% spirt bilan dezinfeksiya qilindi.



a b

3-rasm. O‘simliklarni o‘sish jarayoni – maysa bosqichi (a), yuvenil bosqich (b).

Ko‘chirilgan o‘simliklarni tekshirish natijasida ularning 1 tasida zararlanish alomatlari aniqlandi, qolgan namunalar sog‘lom holatda rivojlanishda davom etdi.

Muhokama. Olingan natijalar *Abelmoschus manihot* urug‘larining tabiiy unuvchanligi past (30–40 %) bo‘lishiga qaramay, tanlab olingan sterilizatsiya rejimi (temirosal eritmasi bilan ishlov berish, undan keyin past konsentratsiyali sianid kislotasi bilan qo‘shimcha ishlov berish) yordamida in-vitro sharoitida unuvchanlikni deyarli 90 % gacha oshirish mumkinligini ko‘rsatdi. Bu natija Malvaceae oilasiga mansub boshqa o‘simlik – *Althaea officinalis* bo‘yicha olib borilgan tadqiqot xulosalari bilan mos keladi, unda ham sterilizatsiya rejimini optimallashtirish urug‘ unuvchanligini sezilarli darajada oshirishi isbotlangan (Younesikelaki va boshq., 2016). Xuddi shunday, paxta urug‘lari misolida sterilizatsiya usulining tanlanishi kontaminatsiya darajasi va unuvchanlikka bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan (Barampuram va boshq., 2014).

Birinchi ekish siklida o‘simliklarning bir qismi kasallanib nobud bo‘lishi in-vitro sharoitida 100 % sterillikka erishishning murakkabligini ko‘rsatadi. Bu holat yog‘ochsimon va o‘tsimon o‘simliklar bilan olib borilgan boshqa tadqiqotlarda ham qayd etilgan umumiy muammo hisoblanadi va takroriy sterilizatsiya hamda qayta ekish orqali bartaraf etilishi mumkin (Gu va boshq., 2022). Ushbu tadqiqotda ham qayta sterilizatsiya va qayta ekish natijasida o‘simliklarning sog‘lom rivojlanishiga erishildi.

O‘simliklarning gormonsiz muhitda maysa va yuvenil bosqichlarini muvaffaqiyatli o‘tashi, biroq shundan so‘ng keyingi rivojlanish bosqichiga o‘tmasdan o‘sishning sustlashishi, boshqa tadqiqotlarda qayd etilgan holat bilan mos keladi: yuvenil bosqichdan keyingi rivojlanish uchun ko‘pincha ozuqa muhitiga o‘sish regulyatorlari (sitokininlar va auksinlar) qo‘shish zarurligi ko‘rsatilgan (Gu va boshq., 2022; CN101715729A, 2010). Shu boisdan, *Abelmoschus manihot* uchun keyingi tadqiqot bosqichlarida gormon qo‘shilgan ozuqa muhitlarini sinovdan o‘tkazish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa. *Abelmoschus manihot* urug‘larining tabiiy sharoitdagi unuvchanligi past (23,5–46,5%) bo‘lishiga qaramay, tanlab olingan sterilizatsiya usuli asosida in-vitro sharoitida bu ko‘rsatkichni 90 % gacha oshirish mumkinligi aniqlandi. Bu yuqori sterillik va o‘simliklarning yashovchanligini

ta'minlovchi samarali protokol ishlab chiqilganidan dalolat beradi. In-vitro usuli o'zining yuqori narxiga qaramay, noyob va urug'idan ko'payishi qiyin bo'lgan dorivor o'simliklarni vegetativ organlar, kallus to'qima va kurtaklar yordamida qulay ozuqa muhitida ko'paytirishning ishonchli usuli bo'lib qolmoqda, bunda metabolitlarning to'planishi va miqdorini aniq o'lchash imkoni ham mavjud.

Tadqiqotning navbatdagi bosqichlarida turli fitogormonlarning *Abelmoschus manihot* o'simligining o'sishi, rivojlanishi va metabolitlar to'planishiga ta'sirini in-vitro sharoitida o'rganish, shuningdek, olingan o'simliklarni tuproq (grunt) sharoitiga moslashtirish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15, No. 3. – P. 473–497.

2. Qiong-hui, Zheng Yi, Li Yong, Zhang Ting Research status of medicinal resources in *Abelmoschus manihot* //International journal of ayurvedic and herbal medicine – 2018. Vol. 8:4. P 3019-3022

3. Biradar Sanjay Raosaheb Tissue Culture// India – 2018. P 9-11.

4. Wang J., Liao E., Ren Z., Wang Q., Xu Z., Wu S., Yu C., Yin Y. Extraction and in vitro skincare effect assessment of polysaccharides extract from the roots of *Abelmoschus manihot* (L.) // Molecules. – 2024. – Vol. 29, No. 9. – Art. 2109.

5. Tang L., Pan W., Zhu G., Liu Z., Lv D., Jiang M. Total flavones of *Abelmoschus manihot* enhances angiogenic ability both in vitro and in vivo // Oncotarget. – 2017. – Vol. 8, No. 43. – P. 74558–74570.

6. Younesikelaki F.S., Ebrahimzadeh M.H., Desfardi M.K., Banala M., Marka D., Nanna R.S. Optimization of seed surface sterilization method and in vitro seed germination in *Althaea officinalis* (L.) – an important medicinal herb // Indian Journal of Science and Technology. – 2016. – Vol. 9, No. 28. – P. 1–6.

7. Barampuram S., Allen G., Krasnyanski S. Effect of various sterilization procedures on the in vitro germination of cotton seeds // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2014. – Vol. 118, No. 1. – P. 179–185.

8. Gu M., Li Y., Jiang H., Zhang S., Que Q., Chen X., Zhou W. Efficient in vitro sterilization and propagation from stem segment explants of *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst, a multipurpose woody plant // Plants. – 2022. – Vol. 11, No. 15. – Art. 1937.

9. Tissue culture rapid propagation method of *Abelmoschus manihot*: patent CN101715729A / Xitoy Xalq Respublikasi. – 2010.

UO'T 595.732.1

ANACANTHOTERMES TURKESTANICUS TERMITI ICHAGIDAN BAKTERIAL IZOLATLARNI AJRATISH VA ULARNING SELLYULOLITIK FAOLLIGINI BAHOLASH

Utaganov M.U, tayanch doktorant, O'zR FA Zoologiya instituti, Toshkent
Zakiryayeva S.I, PhD, kat.i.x., O'zR FA Mikrobiologiya instituti, Toshkent
Xolmatov B.R, b.f.d., prof., O'zR FA Zoologiya instituti, Toshkent
Mirzayeva G.S, b.f.d., prof., O'zR FA Zoologiya instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Tadqiqotda Buxoro viloyati Qorovulbozor tumanidan yig'ilgan Anacanthotermes turkestanicus termitining ishchi kasta vakillari ichagidan jami 11 ta bakterial izolat ajratildi va ularning sellyulolitik xususiyati baholandi. MALDI-TOF mass-spektrometriya natijalariga ko'ra, izolatlar Pseudomonas, Enterococcus, Acinetobacter, Enterobacter va Citrobacter avlodlariga mansub bakteriya turlari bilan eng yaqin taksonomik moslikni ko'rsatdi. Sellyulolitik indeks 1,43-10,0 oralig'ida bo'lib, eng yuqori ko'rsatkichlar Pseudomonas resinovorans S1, Enterococcus faecalis S1 Acinetobacter pittii S3, Enterobacter cloacae F5, Enterobacter cloacae F6 shtamlarida qayd etildi.*

Kalit so'zlar: *Anacanthotermes turkestanicus, termit ichagi, bakterial izolat, karboksimetilsellyuloza, gidroliz zonasi, sellyulolitik indeks, MALDI-TOF.*

Аннотация. *В исследовании было выделено в общей сложности 11 бактериальных изолятов из кишечника рабочей касты термита Anacanthotermes turkestanicus, собранного в районе Каровулбазар Бухарской области, и оценены их целлюлолитические свойства. По результатам масс-спектрометрии MALDI-TOF изоляты показали наибольшее таксономическое сходство с бактериальными видами, принадлежащими к родам Pseudomonas, Enterococcus, Acinetobacter, Enterobacter и Citrobacter. Целлюлолитический индекс варьировался от 1,43 до 10,0, при этом самые высокие значения были*

зарегистрированы у штаммов Pseudomonas resinovorans S1, Enterococcus faecalis S1 Acinetobacter pittii S3, Enterobacter cloacae F5, Enterobacter cloacae F6.

Ключевые слова: *Anacanthotermes turkestanicus, кишечник термита, бактериальный изолят, карбоксиметилцеллюлоза, зона гидролиза, целлюлолитический индекс, MALDI-TOF.*

Abstract. *In this study, 11 bacterial isolates were recovered from the guts of worker-caste Anacanthotermes turkestanicus termites collected in Qorovulbozor District, Bukhara Region, and their cellulolytic properties were evaluated. According to MALDI-TOF mass spectrometry, the isolates showed the closest taxonomic matches to bacteria belonging to the genera Pseudomonas, Enterococcus, Acinetobacter, Enterobacter and Citrobacter. The cellulolytic index ranged from 1.43 to 10.0, with the highest values recorded for strain Pseudomonas resinovorans S1, Enterococcus faecalis S1 Acinetobacter pittii S3, Enterobacter cloacae F5, Enterobacter cloacae F6.*

Keywords*: Anacanthotermes turkestanicus, termite gut, bacterial isolate, carboxymethyl cellulose, hydrolysis zone, cellulolytic index, MALDI-TOF.*

Sellyuloza o‘simlik biomassasining asosiy strukturaviy polisaxaridi bo‘lib, uning mikrobiologik parchalanishi biosferadagi uglerod aylanishi va lignosellyulozali xomashyoni biotexnologik qayta ishlash jarayonlarida muhim o‘rin tutadi. Sellyuloza zanjiridagi β-1,4-glikozid bog‘lar endoglyukanaza, ekzoglyukanaza va β-glyukozidaza fermentlarining ketma-ket va o‘zaro muvofiqlashgan ta’siri natijasida gidrolizlanadi [1-3]. Mazkur fermentlar kompleksini sintez qiluvchi mikroorganizmlar tuproq, kompost, o‘simlik qoldiqlari hamda fitofag hasharotlarning ovqat hazm qilish tizimida uchraydi.

Termitlar lignosellyulozaga boy oziqani o‘zlashtirishga yuqori darajada moslashgan ijtimoiy hasharotlardir. Ularning ichak trakti pH, kislorodning parsial bosimi va oksidlanish-qaytarilish potensiali bilan farqlanuvchi mikrokompartmentlardan tashkil topgan. Ushbu mikroekologik tizimda bakteriyalar, arxeylar va ayrim termit liniyalarida parabasali protistlar ishtirok etadi [4–7]. Xo‘jayin organizmi fermentlari bilan simbiont mikroorganizmlar metabolizmining funksional integratsiyasi sellyuloza va gemisellyulozaning parchalanishi, fermentatsiya mahsulotlarining hosil bo‘lishi hamda ularning termit tomonidan o‘zlashtirilishini ta’minlaydi [5, 8].

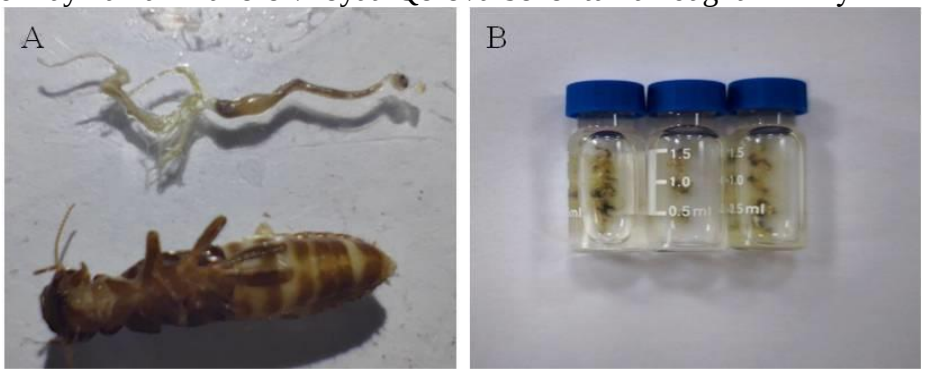
Termit ichagi mikrobiotasining taksonomik tuzilishi va metabolik potensiali xo‘jayinning filogenetik mansubligi, oziqlanish strategiyasi, yashash muhiti hamda ichak bo‘limlarining fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog‘liq [7, 9]. Markaziy Osiyoning qurg‘oqchil hududlarida tarqalgan *Anacanthotermes* avlodi vakillari ekologik moslanishlari bilan alohida qiziqish uyg‘otadi. *A. turkestanicus* va unga yaqin turlarning ichak mikrobiotasiga bag‘ishlangan metagenomik tadqiqotlar mikrobiom tarkibi bilan oziqa hamda yashash muhiti o‘rtasidagi funksional bog‘liqlikni ko‘rsatdi [10]. *Anacanthotermes* simbiontlarining molekulyar-filogenetik tahlili esa termit–simbiont assotsiatsiyalarining evolyutsion tarixini aniqlashtirishga xizmat qildi [11].

Metagenomik va amplikon sekvenslash yondashuvlari mikrobiotaning umumiy tarkibi va potensial funksiyalarini keng qamrovda tavsiflaydi, biroq muayyan fermentativ xususiyatga ega tirik kulturalarni bevosita olish imkonini bermaydi. Kultura asosidagi mikrobiologik ajratish esa sof izolatlarni saqlash, ularning substratga nisbatan fenotipik javobini tekshirish va istiqbolli kulturalarni keyingi biokimyoviy tahlilga tanlash imkonini beradi [12, 13]. Shu bois kultivatsion va molekulyar yondashuvlar bir-birini to‘ldiruvchi metodlar sifatida qaraladi.

Sellyulolitik bakteriyalarni birlamchi saralashda CMC saqlovchi agarli muhit va Kongo qizili bo‘yog‘iga asoslangan diffuzion usul keng qo‘llaniladi. Kongo qizili parchalanmagan β-glukanlar bilan rangli kompleks hosil qiladi; CMC gidrolizlangan sohada esa och yoki rangsiz zona shakllanadi [14]. Gidroliz zonasining umumiy diametrini koloniya diametriga nisbatlash orqali sellyulolitik indeks aniqlanadi [15, 16]. Ushbu ko‘rsatkich yarim miqdoriy fenotipik skrining mezoni bo‘lib, fermentning mutlaq katalitik faolligi yoki mahsulot hosil bo‘lish tezligini ifodalamaydi.

Tadqiqotning maqsadi *Anacanthotermes turkestanicus* termiti ishchi kasta vakillari ichagidan bakterial izolatlarni ajratish, MALDI-TOF mass-spektrometriyasi yordamida ularning dastlabki taksonomik mansubligini aniqlash, hamda ularning sellyulolitik xususiyatlarini qiyosiy baholashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va metodlari. *Namuna yig‘ish va ichak disseksiyasi.* Termit namunalari 2026-yil 15–16-may kunlari Buxoro viloyati Qorovulbozor tumanidagi termit uyalaridan yig‘ildi.



1-rasm. ***Anacanthotermes turkestanicus*** **ishchi termitlaridan ichak namunalarini tayyorlash: A - stereomikroskop ostida ajratilgan ichak; B - steril fosfat buferiga solingan ichak namunalari**

Tajribada *A. turkestanicus* turining ishchi kasta vakillaridan foydalanildi. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Zoologiya instituti Entomologiya laboratoriyasida jami 30 ta termit tanlab olinib, har birida 10 tadan individ bo‘lgan I-namuna, II-namuna va III-namunaga ajratildi. Ichak disseksiyasidan oldin termitlar tashqi yuzasiga 70% etanol bilan 30 soniya ishlov berildi, so‘ng ular uch marta steril distillangan suvda yuvildi. Ichaklar aseptik sharoitda stereomikroskop ostida ajratildi.

Bakteriyalarni o‘stirish va sof kulturalarni olish. Tayyorlangan suspenziyalar O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Mikrobiologiya institutiga yetkazildi. I-namuna suspenziyasidan 1 ml suyuq Getchinson oziqa muhitiga inokulyatsiya qilinib, inkubatsiya jarayoni 30±1 °C da 25 kunni tashkil etdi. O‘sish belgilari kuzatilgan suyultirishdan Getchinson agarli qattiq oziqa muhitiga ekildi. II-namuna va III-namunaning tegishli suyultirishlari GPA oziqa muhitiga sirtga yoyib ekish (spread plate; 0,1 ml) hamda agar qatlamiga ekish (pour plate; 1 ml) usullarida inokulyatsiya qilindi. Petri likopchalari anaerostatga joylashtirilib, anaerob sharoit GasPak generator paketi yordamida hosil qilindi. Anaerostat 30±1 °C da inkubatsiya qilinib, o‘sish dinamikasi 20 kunni tashkil etdi.

Morfologik jihatdan farqlanuvchi koloniyalar steril bakteriologik ilmoq bilan tanlanib, tegishli agarli oziqa muhitiga to‘rt sektorli chiziqli ekish (streak plate) usulida qayta ekildi. Sof kultura olish uchun subkultivatsiya uch marta takrorlandi. Kulturalarning sofligi koloniya morfologiyasi, mikroskopik ko‘rinishi va Gram usulida bo‘yash natijalari asosida tekshirildi. Natijada I- va III-namunalardan 3 tadan, II-namunadan esa 5 ta, jami 11 ta sof bakteriya izolati ajratildi.

Sellyulolitik xususiyatni skrining qilish. Sof bakteriya izolatlari Karboksimetilsellyuloza (CMC) saqlovchi mineral agarli ozuqa muhitiga nuqtali usulda ekilib, 30±1 °C da 72 soat inkubatsiya qilindi. Inkubatsiyadan keyin muhit yuzasi 0,1% Kongo qizili eritmasi bilan qoplanib, xona haroratida 15 daqiqa saqlandi. Ortiqcha bo‘yoq olib tashlangach, agar yuzasi 1 M NaCl eritmasi bilan 15 daqiqa yuvildi. Koloniya diametri (D_k) va koloniya bilan birga hisoblangan umumiy gidroliz zonasi diametri (D_z) santimetrda o‘lchandi va quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$SI = \frac{D_z}{D_k}$$

bu yerda SI - sellyulolitik indeks; D_z - koloniya bilan birga hisoblangan umumiy gidroliz zonasi diametri; D_k - bakterial koloniya diametri.

MALDI-TOF MS tahlili. Sof bakteriya izolatlari MALDI-TOF mass-spektrometriya usuli yordamida identifikatsiya qilindi. Natijalar ma’lumotlar bazasidagi eng yaqin taksonomik moslik va moslik ko‘rsatkichi sifatida qayd etildi. Past ko‘rsatkichli natijalar yakuniy tur identifikatsiyasi sifatida emas, dastlabki taksonomik yo‘nalish sifatida talqin qilindi [17].

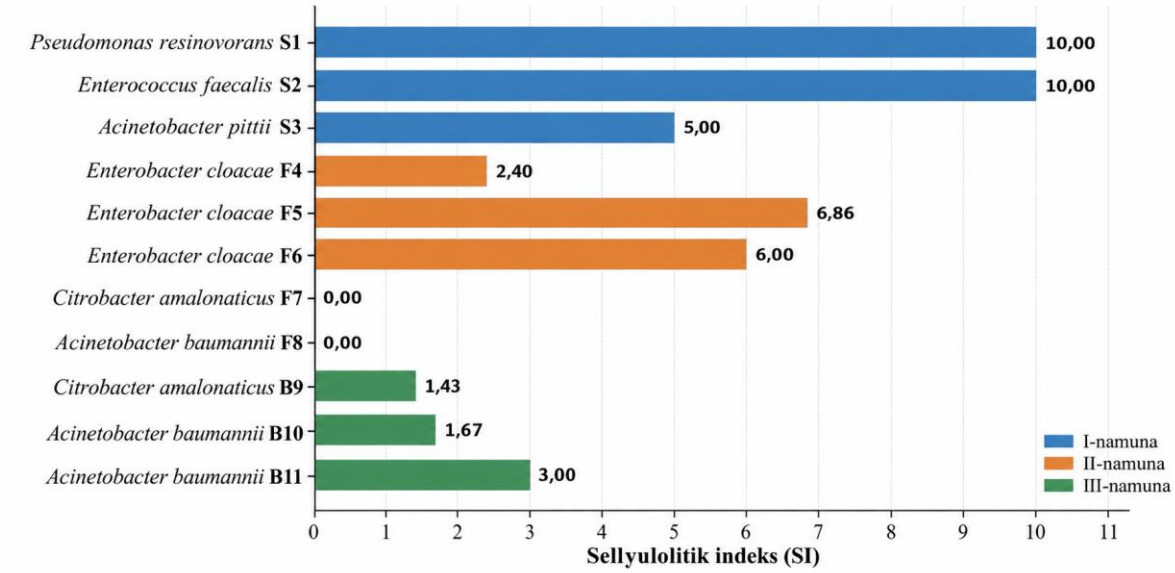
Natijalar va ularning muhokamasi. Mikrobiologik tahlillar natijasida *A. turkestanicus* termiti ichagidan jami 11 ta sof bakteriya izolati ajratildi. I-namunadan ajratilgan izolatlar S1, S2 va S3, II-namunadan ajratilgan izolatlar F4, F5, F6, F7 va F8, III-namunadan ajratilgan izolatlar esa B9, B 10 va B11 ko‘rinishida raqamlandi. Ajratilgan izolatlarning kultural-morfologik xususiyatlari o‘rganildi. Olib borilgan tadqiqot natijalari quyida 1-jadval va 2-rasmda keltirilgan.

1-jadval.

***A. turkestanicus* termiti ichagidan ajratilgan bakteriya izolatlarining MALDI-TOF mass-spektrometriya usuli asosidagi taksonomik mosligi va sellyulolitik faolligi**

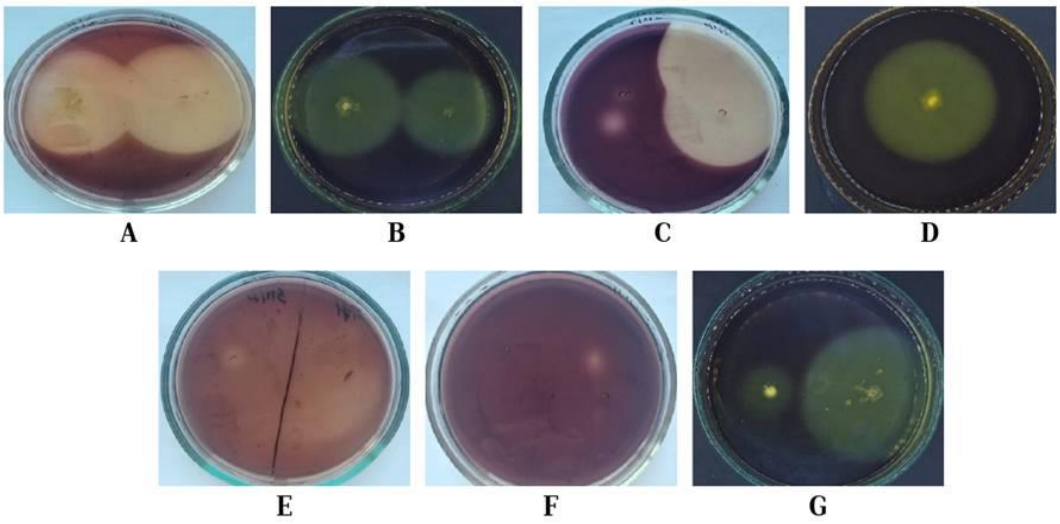
Namuna	Izolat raqami	Bakteriya turi	SI
I	S1	*Pseudomonas resinovorans*	10,0
	S2	*Enterococcus faecalis*	10,0
	S3	*Acinetobacter pittii*	5,0
II	F4	*Enterobacter cloacae*	2,40
	F5	*Enterobacter cloacae*	6,86
	F6	*Enterobacter cloacae*	6,0
	F7	*Citrobacter amalonaticus*	0
	F8	*Acinetobacter baumannii*	0
III	B9	*Citrobacter amalonaticus*	1,43
	B10	*Acinetobacter baumannii*	1,67
	B11	*Acinetobacter baumannii*	3,0

MALDI-TOF MS yordamida identifikatsiya natijasida *Anacanthotermes turkestanicus* termitining ichagidan ajratib olingan bakteriya izolatlarining *Pseudomonas resinovorans*, *Enterococcus faecalis*, *Acinetobacter pittii*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter amalonaticus* va *Acinetobacter baumannii* turlariga mansubligi aniqlandi. Sellyulolitik faollikni baholash natijalari shtammlar o'rtasida sezilarli farq mavjudligini ko'rsatdi. I-namunadan ajratilgan shtammlar orasida eng yuqori SI qiymatlari (10.0) *Pseudomonas resinovorans* S1 va *Enterococcus faecalis* S2 namoyon etdi, *Acinetobacter pittii* S3 shtammi 5.0 ni tashkil qildi. Bu natija birinchi ikki shtammning SMS saqlovchi ozuqa muhitda sellyulolitik faolligi nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatadi. II- namunada *Enterobacter cloacae* turiga mansub uchta izolatning ko'rsatkichlari bir-biridan keskin farq qildi. Jumladan, *E. cloacae* F4, F5 va F6 shtammlarda SI mos ravishda 2,40; 6,86 va 6,0 ni tashkil etdi. Demak, bir turga mansub bo'lgan shtammlar o'rtasida ham sellyulolitik faollik sezilarli darajada farq qilishi kuzatildi. III- namunada *Citrobacter amalonaticus* B9 shtammida SI 1,43, *Acinetobacter baumannii* B10 va B11 shtammlarida esa 1,67 va 3,0 ekanligi qayd etilgan (2-rasm).



2-rasm. *A. turkestanicus* termitining ichagidan ajratilgan bakteriya shtammlarining sellyulolitik indeksi

Umuman, tadqiqotda aniqlangan sellyulolitik indeks qiymatlari bo'yicha eng yuqori faollikni *P. resinovorans* S1 va *E. faecalis* S2 shtammlarida, o'rtacha faollikni esa *E. cloacae* F4, F5 va *A. pittii* F6 shtammlarida qayd etildi. Bu *A. turkestanicus* ichagida sellyuloza va boshqa o'simlik polimerlarini parchalash jarayonlarida ishtirok etishi mumkin bo'lgan turli funksional bakteriyalar mavjudligidan dalolat beradi.



3-rasm. *A. turkestanicus* termitining ichagidan ajratilgan bakteriya shtammlarning CMC-agar ozuqa muhitida sellyulolitik faolligi

A - *Pseudomonas resinovorans* S1; B - *Enterococcus faecalis* S2 va *Acinetobacter pittii* S3; C - *Enterobacter cloacae* F4 va *E. cloacae* F5; D – *E. cloacae* F6; E - *Citrobacter amalonaticus* F7 va *Acinetobacter baumannii* F8; F - *Citrobacter amalonaticus* B9; G – *A. baumannii* B10 va *A. baumannii* B11

Sellyulolitik indeks gidroliz zonasining koloniya diametriga nisbatini ifodalaydi. Ushbu ko‘rsatkichga agar tarkibi, substrat konsentratsiyasi, inokulum zichligi, o‘sish tezligi, fermentning muhit bo‘ylab diffuziyasi va inkubatsiya davomiyligi ta’sir ko‘rsatadi [14–16]. Shu sababli SI qiymatini fermentning mutlaq katalitik faolligi bilan tenglashtirish mumkin emas. Olingan natijalar yarim miqdoriy skrining bosqichi sifatida baholanadi; istiqbolli izolatlarning sellyulaza faolligini miqdoriy aniqlash uchun suyuq kultura sharoitidagi tajribalar va qaytaruvchi shakarlarni aniqlashga asoslangan 3,5-dinitrosalitsil kislota yordamida qaytaruvchilar miqdorini kolorimetrik baholash (DNS) usulidan foydalanish zarur.

Termit ichagida sellyuloza va boshqa lignosellyulozali komponentlarning parchalanishi murakkab va ko‘p bosqichli mikrobial jarayon bo‘lib, uning samaradorligi turli funksional mikroorganizmlar o‘rtasidagi metabolik hamkorlik bilan ta’minlanadi. Zamonaviy metagenomik tadqiqotlar termit ichagidagi lignosellyulozani parchalash potensiali muayyan bakteriya liniyalari bilan bog‘liq ekanligini ko‘rsatgan. Jumladan, 51 ta termit turidan olingan 2223 ta metagenomik-assambli genom tahlili natijasida pastki termitlarda sellyulolitik funksiyalar asosan *Bacteroidota* va *Spirochaetota* filumlariga mansub bakteriyalar bilan bog‘liq ekanligi aniqlangan. Ushbu bakteriyalarda sellodekstrinlarni parchalovchi fermentlar bilan bir qatorda ksilanlar va boshqa gemisellyulozali polimerlarni gidroliz qilishga imkon beruvchi fermentativ tizimlar ham mavjudligi ko‘rsatilgan [18]. Termit ichagidan sellyulolitik bakteriyalar ajratishga bag‘ishlangan avvalgi tadqiqotlarda *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Pseudomonas* va boshqa avlod vakillarida CMC gidrolizi qayd etilgan [12, 13, 15].

Ushbu ma’lumotlar bizning *A. turkestanicus* ichagidan ajratgan bakteriyalarimizda kuzatilgan sellyulolitik xususiyatlarning ekologik ahamiyatini tushuntirishga yordam beradi. Tadqiqotimizda *Pseudomonas resinovorans*, *Enterococcus faecalis*, *Acinetobacter pittii*, *Enterobacter cloacae* va *Acinetobacter baumannii* kabi turli taksonomik guruhlarga mansub izolatlarda CMCni gidroliz qilish xususiyati aniqlandi. Ayniqsa, *P. resinovorans* va *E. faecalis* izolatlarida yuqori SI=10,0, *E. cloacae* izolatlaridan birida SI=6,86, boshqasida SI=6,0 hamda *A. pittii* izolatida SI=5,0 qiymatlari qayd etildi. Bu natijalar termit ichagida sellyulolitik funksiyalarning filogenetik jihatdan turli bakteriyalar o‘rtasida taqsimlangan bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Shu nuqtai nazardan, ushbu natijalar *A. turkestanicus* ichagida sellyulozani parchalash potensialiga ega bakteriyalar mavjudligini ko‘rsatuvchi dastlabki dalil sifatida baholanishi lozim. Tanlangan yuqori faol shtammlarning funksional ahamiyatini tasdiqlash uchun keyingi bosqichda miqdoriy CMCase/sellyulaza tahlillari, hamda 16S rRNA gen sekvenirlash va sellyulolitik fermentlarni kodlovchi genlarni molekulyar tahlil qilish maqsadga muvofiq. Bunday kompleks

yondashuv o'stirishga asoslangan fenotipik skrining natijalarini termit ichagidagi lignosellyulozani parchalash jarayonlarining funksional asoslari bilan bog'lash imkonini beradi.

Xulosalar. Olib borilgan tadqiqot natijasida *A. turkestanicus* termiti ichagidan ajratilgan bakteriya izolatlarining MALDI-TOF mass-spektrometriya usuli asosidagi taksonomik mansubligi va sellyulolitik xususiyatlari o'rganildi. Tadqiq qilingan 11 ta izolat asosan *Pseudomonas* , *Enterococcus* , *Acinetobacter*, *Enterobacter* va *Citrobacter* avlodlariga mansubligi aniqlandi. Izolatlarning sellyulolitik indeksi 1,43–10,0 oralig'ida ekanligi, turlararo sezilarli fenotipik farqlanish mavjudligini ko'rsatdi. Eng yuqori sellyulolitik indeks *Pseudomonas resinovorans* S1 va *Enterococcus faecalis* S2 shtammlarida (SI=10,0) qayd etildi. Shuningdek, *Enterobacter cloacae* izolatlari orasida SI=6,86 va 6,0, *Acinetobacter pittii* shtammida esa SI=5,0 qiymatlari aniqlandi. Bir turga mansub izolatlar o'rtasidagi sezilarli farqlar sellyulolitik xususiyatning turga emas, ko'p jihatdan muayyan shtammning genetik va fiziologik xususiyatlariga bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar *A. turkestanicus* termiti ichagi sellyulozani parchalash potensialiga ega bo'lgan turli funksional bakteriyalarning muhim manbai ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, yuqori SI qiymatlariga ega shtammlar kelgusida sellyulaza, CMCase va boshqa lignosellyulolitik fermentlar faolligini miqdoriy aniqlash, 16S rRNA gen asosida aniq identifikasiya qilish hamda ularning biotexnologik potensialini baholash uchun istiqbolli nomzodlar sifatida tanlash mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Pérez J., Muñoz-Dorado J., de la Rubia T., Martínez J. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. International Microbiology. 2002. Vol. 5. P. 53–63. DOI: 10.1007/s10123-002-0062-3.

2. Lynd L.R., Weimer P.J., van Zyl W.H., Pretorius I.S. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2002. Vol. 66, No. 3. P. 506–577. DOI: 10.1128/MMBR.66.3.506-577.2002.

3. Béguin P., Aubert J.-P. The biological degradation of cellulose. FEMS Microbiology Reviews. 1994. Vol. 13. P. 25–58. DOI: 10.1111/j.1574-6976.1994.tb00033.x.

4. Breznak J.A., Brune A. Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by termites. Annual Review of Entomology. 1994. Vol. 39. P. 453–487. DOI: 10.1146/annurev.en.39.010194.002321.

5. Brune A. Symbiotic digestion of lignocellulose in termite guts. Nature Reviews Microbiology. 2014. Vol. 12. P. 168–180. DOI: 10.1038/nrmicro3182.

6. Ohkuma M. Symbioses of flagellates and prokaryotes in the gut of lower termites. Trends in Microbiology. 2008. Vol. 16. P. 345–352. DOI: 10.1016/j.tim.2008.04.004.

7. Brune A., Dietrich C. The gut microbiota of termites: digesting the diversity in the light of ecology and evolution. Annual Review of Microbiology. 2015. Vol. 69. P. 145–166. DOI: 10.1146/annurev-micro-092412-155715.

8. Ni J., Tokuda G. Lignocellulose-degrading enzymes from termites and their symbiotic microbiota. Biotechnology Advances. 2013. Vol. 31. P. 838–850. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2013.04.005.

9. Arora J., Kinjo Y., Šobotník J. et al. The functional evolution of termite gut microbiota. Microbiome. 2022. Vol. 10. Art. 78. DOI: 10.1186/s40168-022-01258-3.

10. Togaev U., Mathur V., Rakhmonkulova A. et al. Comparative metagenomic analysis of gut microbiota in Anacanthotermes turkestanicus and A. ahngerianus reveals diet- and habitat-driven functional divergence. Frontiers in Insect Science. 2026. Vol. 6. Art. 1807673. DOI: 10.3389/finsc.2026.1807673.

11. Swichtenberg K., Radek R., Lopes A.H. et al. Anacanthotermes symbionts clarify the evolutionary history of termite-symbiotic Parabasalia. Frontiers in Ecology and Evolution. 2026. Vol. 14. Art. 1783819. doi: 10.3389/fevo.2026.1783819.

12. König H., Li L., Fröhlich J. The cellulolytic system of the termite gut. Applied Microbiology and Biotechnology. 2013. Vol. 97. P. 7943–7962. doi: 10.1007/s00253-013-5119-z.

13. Dantur K.I., Enrique R., Welin B., Castagnaro A.P. Isolation of cellulolytic bacteria from the intestine of Diatraea saccharalis larvae and evaluation of their capacity to degrade sugarcane biomass. AMB Express. 2015. Vol. 5. Art. 15. DOI: 10.1186/s13568-015-0101-z.

14. Teather R.M., Wood P.J. Use of Congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. Applied and Environmental Microbiology. 1982. Vol. 43, No. 4. P. 777–780. DOI: 10.1128/aem.43.4.777-780.1982.

15. Liang Y.-L., Zhang Z., Wu M., Wu Y., Feng J.-X. Isolation, screening, and identification of cellulolytic bacteria from natural reserves in the subtropical region of China and optimization of cellulase production by Paenibacillus terrae ME27-1. BioMed Research International. 2014. Art. 512497. doi: 10.1155/2014/512497.

16. Johnsen H.R., Krause K. Cellulase activity screening using pure carboxymethylcellulose: application to soluble cellulolytic samples and to plant tissue prints. International Journal of Molecular Sciences. 2014. Vol. 15. P. 830–838. DOI: 10.3390/ijms15010830.

17. Schulthess B., Brodner K., Bloemberg G.V., Zbinden R., Böttger E.C., Hombach M. Identification of Gram-positive cocci by use of matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry: comparison of different preparation methods and implementation of a practical algorithm for routine diagnostics. Journal of Clinical Microbiology. 2013. Vol. 51, No. 6. P. 1834–1840. doi: 10.1128/JCM.02654-12.

18. Salgado, J.F.M., Hervé, V., Vera, M.A.G. *et al.* Unveiling lignocellulolytic potential: a genomic exploration of bacterial lineages within the termite gut. *Microbiome* 12, 201 (2024). doi.org/10.1186/s40168-024-01917-7.

UO'K 595.72:631.4(575.15-17)

G'O'ZA AGROTSENOZLARI TUPROQLARIDA KOLLEMBOLALARNING DOMINANT TURLARI VA POPULYATSION DINAMIKASI

J.G.Xo'sinova, magistrant, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu maqolada g'o'za agrotsenozlari tuproqlarida tarqalgan kollembolalarning (Collembola) tur tarkibi, dominant turlari va populyatsion dinamikasi o'rganilgan. Tadqiqot davomida kollembolalarning tuproq qatlamlari bo'yicha taqsimlanishi,son zichligi va mavsumiy o'zgarishlari tahlil qilingan.*

Kalit so'zlar: *Collembola, g'o'za agrotsenozi, tuproq mezofaunasi, dominant turlar, populyatsion dinamika, son zichligi, mavsumiy o'zgarishlar.*

Аннотация. *В статье изучены видовой состав, доминирующие виды и популяционная динамика коллембол (Collembola), обитающих в почвах хлопковых агроценозов. В ходе исследования проанализировано распределение коллембол по слоям почвы, численность и сезонная динамика популяций.*

Ключевые слова: *Collembola, хлопковый агроценоз, почвенная мезофауна, доминирующие виды, популяционная динамика, численность, сезонные изменения.*

Abstract. *The article examines the species composition, dominant species and population dynamics of springtails (Collembola) inhabiting cotton agrocenosis soils. The study analyzes their distribution across soil layers, abundance and seasonal population dynamics.*

Key words: *Collembola, cotton agrocenosis, soil mesofauna, dominant species, population dynamics, abundance, seasonal changes.*

Kirish. Tuproq ekotizimlari biologik xilma-xillikning muhim komponenti bo'lib, undagi mezofauna vakillari modda aylanishi va tuproq unumdorligini ta'minlashda muhim ekologik funksiyani bajaradi [3]. Ushbu guruhlar orasida kollembolalar (Collembola) detritus zanjirining asosiy ishtirokchilaridan biri sifatida organik qoldiqlarning parchalanishi va mikrobiologik jarayonlarning faollashuvida muhim ahamiyatga ega [4].

Kollembolalar yuqori ekologik moslashuvchanlikka ega bo'lib, ular turli agroekotizimlarda, jumladan g'o'za agrotsenozlarida keng tarqalgan. Ularning tur tarkibi va populyatsion dinamikasi tuproqning namlik darajasi, harorat rejimi, organik modda miqdori hamda antropogen omillar ta'sirida shakllanadi va o'zgaradi [5]. Shu sababli kollembolalar jamoasi strukturasidagi o'zgarishlar tuproq ekologik holatini baholashda muhim bioindikator sifatida qaraladi [2].

G'o'za agrotsenozlari kabi intensiv foydalaniladigan ekotizimlarda kollembolalarning dominant turlari va ularning mavsumiy populyatsion dinamikasini o'rganish tuproq biotsenozining shakllanish qonuniyatlarini aniqlashda muhim ilmiy ahamiyatga ega [6]. Shu bilan birga, Shimoliy-g'arbiy O'zbekiston sharoitida ushbu guruhning faunistik tarkibi va ekologik xususiyatlari yetarli darajada o'rganilmagan bo'lib, bu yo'nalishda tizimli tadqiqotlar olib borishni talab etadi [3,6].

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotda g'o'za agrotsenozlari tuproqlarida kollembolalarning dominant turlari va populyatsion dinamikasi o'rganildi.

Mavzuning dolzarbligi va hozirgi holati. G'o'za agrotsenozlari intensiv antropogen ta'sir ostida shakllanuvchi ekotizimlar bo'lib, ularda tuproq mezofaunasining tarkibi va funksional tuzilishi doimiy o'zgarib boradi [8]. Bunday sharoitda kollembolalar (Collembola) tuproq organik moddalarning parchalanishi va modda aylanish jarayonlarida faol ishtirok etuvchi muhim bioindikator guruh hisoblanadi [2].Shunga qaramay, Shimoliy-g'arbiy O'zbekiston g'o'za agrotsenozlarida kollembolalarning dominant turlari, ularning tuproq qatlamlari bo'yicha

taqsimlanishi hamda populyatsion dinamikasi bo‘yicha tizimli ilmiy tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmagan [7]. Mavjud ishlar asosan faunistik tarkibni qayd etish bilan cheklanib, ekologik-strukturaviy va populyatsion tahlillarni to‘liq qamrab olmaydi [6].Mazkur holat kollembolalar jamoasining agroekotizimdagi rolini chuqur o‘rganish, dominant turlarni aniqlash hamda ularning mavsumiy dinamikasini baholash zarurligini ko‘rsatadi [8].

Material va metodlar. Tadqiqot ishlari Shimoliy-g‘arbiy O‘zbekiston hududidagi g‘o‘za agrotsenozlari tuproqlarida olib borildi. Tuproq namunalari vegetatsiya davrining turli bosqichlarida standart kvadrat usuli asosida 1 m² maydondan olindi. Namuna olish 0–10 sm, 10–20 sm va 20–30 sm tuproq qatlamlarida amalga oshirildi.

Tuproq namunalaridan kollembolalarni ajratib olish uchun Berlese–Tullgren quruq-issiqlik ekstraksion usuli qo‘llanildi. Namunalarga yorug‘lik va harorat gradienti ta’sir ettirilib, 5–7 kun davomida kollembolalar ajratib olindi. Olingan individlar 70% etanol eritmasida fiksatsiya qilindi. Kollembolalarning tur tarkibi stereomikroskop yordamida aniqlanib, ularni identifikatsiya qilishda zamonaviy taksonomik aniqlagichlar va ilmiy adabiyotlardan foydalanildi. Aniqlash jarayonida Hopkin (1997) hamda Potapov (2016) tasnifiy yondashuvlariga asoslanildi. Populyatsion ko‘rsatkichlar 1 m² maydon hisobida individlar son zichligi orqali baholandi. Dominant turlar umumiy individlar sonidagi ulushiga qarab aniqlandi. Olingan ma’lumotlar asosida kollembolalarning tuproq qatlamlari bo‘yicha taqsimlanishi hamda mavsumiy o‘zgarishlari tahlil qilindi.

Tadqiqot olib borilgan hududlar:Tadqiqot ishlari Xorazm viloyatining Urganch va Shovot tumanlari g‘o‘za agrotsenozlarida joylashgan fermer xo‘jaliklari hududlarida amalga oshirildi.

Urganch tumani fermer xo‘jaliklari:“Ibroxim va Farida”,“Doniyor Mishqar”, “Loloxon”, “Quvondiq Sadror Salimboy”.

Shovot tumani fermer xo‘jaliklari:“Erboyev Baxodir”,“Yaxshimurodov Ulug‘bek”,“Eshjanov Odilbek”,“Bodomzor-Obod”

Olingan natijalar va ularning tahlili. Tadqiqotlar davomida Shimoliy-g‘arbiy O‘zbekiston hududining g‘o‘za agrotsenozlari tuproqlarida kollembolalarning (Collembola) tur tarkibi, miqdoriy ko‘rsatkichlari, dominant turlari hamda mavsumiy dinamikasi o‘rganildi. Tadqiqot ishlari Xorazm viloyati Urganch va Shovot tumanlari g‘o‘za dalalari tuproqlarida olib borilib, kollembolalarning tuproq profili bo‘yicha tarqalish xususiyatlari baholandi.

Olingan natijalar kollembolalar jamoasining tuproq qatlamlari bo‘yicha bir xil taqsimlanmaganligini ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida 0–10, 10–20 va 20–30 sm tuproq qatlamlarida kollembolalar soni tahlil qilindi. Aniqlanishicha, kollembolalarning eng yuqori miqdoriy ko‘rsatkichlari 10–20 sm tuproq qatlamida qayd etildi. Ushbu qatlam kollembolalar uchun optimal ekologik sharoit yaratib, undagi namlik rejimi, organik qoldiqlar va mikroorganizmlar faoliyati ularning yashashi va rivojlanishiga qulaylik yaratadi. Tuproqning yuqori (0–10 sm) qatlamida kollembolalar sonining nisbatan past bo‘lishi ushbu qatlamning tashqi muhit omillariga, ayniqsa harorat va namlikning keskin o‘zgarishlariga ko‘proq duch kelishi bilan bog‘liq. 20–30 sm qatlamda esa ayrim davrlarda kollembolalar saqlanishi kuzatilgan bo‘lsa-da, ularning maksimal zichligi o‘rta qatlamda qayd etildi.

1-jadval.

Shimoliy-g‘arbiy O‘zbekiston g‘o‘za agrotsenozlarida kollembolalarning dominant turlari

Tadqiqot hududi	Dominant tur Dominantlik ko‘rsatkichi (%)
Urganch tumani	*Xenylla maritima* 18%
Shovot tumani	*Folsomides minor* 20%

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kollembolalar jamoasida ayrim turlar yuqori uchrash chastotasi va son zichligi bilan ajralib turdi. Urganch tumani g‘o‘za agrotsenozlarida Xenylla maritima turi 18% dominantlik ko‘rsatkichi bilan ustunlik qilgan bo‘lsa, Shovot tumani agrotsenozlarida Folsomides minor turi 20% dominantlik darajasini namoyon etdi. Mazkur turlarning dominant holatda uchrashi ularning ushbu hududlarning tuproq-ekologik sharoitlariga moslashganligini ko‘rsatadi. Dominant turlar kollembolalar jamoasining strukturaviy asosini tashkil etib, agrotsenoz tuproq biologik faolligining muhim ko‘rsatkichlaridan biri sifatida baholanishi mumkin.

Kollembolalarning mavsumiy dinamikasi. Kollembolalarning yil davomida son zichligi o‘zgarishini aniqlash maqsadida mavsumiy kuzatuvlar olib borildi. Tadqiqot natijalari kollembolalar populyatsiyasi fasllar davomida ekologik omillar ta’sirida sezilarli darajada o‘zgarishini ko‘rsatdi. Qish faslida ya’ni dekabr va yanvar oylarida g‘o‘za agrosenozlari tuproqlarining 10-20 sm gacha bo‘lgan qatlamlarida kollembolalar ko‘plab uchrashi, ya’ni har 1 m^2 da o‘rtacha Shovot tumani g’o’za agrosenozida 300-100 ekzemplyar; Urganch tumani g’o’za agrosenozida 200-300 ekzemplyar uchrashi kuzatildi 2-jadval.

2-jadval.

Xorazm viloyati Urganch va Shovot tumani agrosenozlari tuproq qatlamlarida qish faslida kollembolalar soni

Tuproq qatlamlari	Shovot tumani		Urganch tumani	
	Dekabr	Yanvar	Dekabr	Yanvar
0-10 sm	100	100	100	100
10-20 sm	300	100	200	300
20-30 sm	100	200	100	200
Jami	500	400	500	600

Bahor faslida agrosenozlar tuproqlarining 0-30 sm gacha bo‘lgan qatlamlarida 1 m^2 da o‘rtacha Shovot tumani g’o’za dalalarida mart oyida 800 ekzemplyar, aprelda 900 ekz., Urganch tumani g’o’za agrosenozlarining 0-30 sm qatlamlarida mart oyida 1 m^2 da o‘rtacha 900 ekzemplyar, aprel oyida 1100 ekzemplyart uchrashi aniqlandi 3-jadval.

3-jadval

Xorazm viloyati Urganch va Shovot tumani agrosenozlari tuproq qatlamlarida bahor faslida kollembolalar soni

Tuproq qatlamlari	Shovot tumani		Urganch tumani	
	Mart	Aprel	Mart	Aprel
0-10 sm	200	300	200	400
10-20 sm	300	400	400	400
20-30 sm	300	200	300	300
Jami	800	900	900	1100

Yoz faslida agrosenozlar tuproqlarining 0-30 sm gacha bo‘lgan qatlamlarida 1 m^2 da o‘rtacha Shovot tumani g’o’za dalalarida iyun oyida o‘rtacha 600 ekzemplyar, avgustda 600 ekz; Urganch tumani g’o’za agrosenozlarining 0-30 sm qatlamlarida iyun oyida 1 m^2 da 900 ekzemplyar, avgustda esa 800 ekz. uchrashi aniqlandi 4-jadval.

Kuz faslida g’o’za agrosenozlar tuproqlarining 0-30 sm gacha bo‘lgan qatlamlarida 1 m^2 da o‘rtacha Shovot tumani g’o’za dalalarida sentabr oyida o‘rtacha 500 ekzemplyar, oktabrda 800 ekz; Urganch tumani g’o’za agrosenozlarining 0-30 sm qatlamlarida sentabr oyida 1 m^2 da 600 ekzemplyar, oktabrda esa 400 ekz. uchrashi aniqlandi 5-jadval.

4-jadval

Xorazm viloyati Urganch va Shovot tumani agrosenozlari tuproq qatlamlarida yoz faslida kollembolalar soni

Tuproq qatlamlari	Shovot tumani		Urganch tumani	
	Iyun	Avgust	Iyun	Avgust
0-10sm	200	100	300	200
10-20 sm	300	200	400	300
20-30 sm	100	300	200	300
Jami	600	600	900	800

5-jadval

Xorazm viloyati Urganch va Shovot tumani agrosenozlari tuproq qatlamlarida kuz faslida kollembolalar soni

Tuproq qatlamlari	Shovot tumani		Urganch tumani	
	Sentabr	Oktabr	Sentabr	Oktabr
0-10 sm	200	300	200	100
10-20 sm	200	300	300	200
20-30 sm	100	200	100	100
Jami	500	800	600	400

Umumiy tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, Shimoliy-g‘arbiy O‘zbekiston g‘o‘za agrotsenozlarida kollembolalarning populyatsion holati mavsumiy omillar va tuproq qatlamlari bilan chambarchas bog‘liq. Eng yuqori son zichligi bahor faslida, maksimal tarqalish esa 10–20 sm tuproq qatlamida kuzatildi. Aniqlangan dominant turlar — Xenylla maritima va Folsomides minor — ushbu

agroekotizimlarda kollembolalar jamoasining asosiy ekologik komponentlari sifatida namoyon bo‘ldi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda Xorazm viloyatining Urganch va Shovot tumanlari uzumzor agrotsenozlarida kollembola (Collembola)larning turlar tarkibi va ularning ekologik taqsimlanishi o‘rganildi. Olingan natijalar asosida kollembolalar faunasi hududlar kesimida farqlanishi, turlar xilma-xilligi va dominant turlarning shakllanishi bevosita tuproqning namlik darajasi, harorat rejimi hamda gumus miqdori bilan bog‘liqligi aniqlandi. Urganch tumanida nisbatan yuqori turlar xilma-xilligi qayd etilib, ayrim mezofil va ekologik moslashuvchan turlar ustunlik qildi. Shovot tumanida esa turlar soni kamroq bo‘lib, ekologik sharoitga chidamli dominant turlar asosiy o‘rinni egalladi. Bu holat hududlar tuproq sharoitlari va agrotsenozlarning ekologik holati o‘rtasida sezilarli farq mavjudligini ko‘rsatadi.

Umuman olganda, kollembolalar tuproq ekologik holatini baholashda muhim bioindikator bo‘lib xizmat qiladi. Ularning turlar tarkibi va dominantligi agrotsenozlarning biologik faolligi hamda barqarorligini ilmiy jihatdan baholash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROYXATI:

1. Babenko A.B. Soil microarthropods of arid and semi-arid ecosystems. Entomological Review, 2012. pp.1-20.
2. Bedano J.C., Ruf A. Collembola as bioindicators of soil quality. Applied Soil 4. Ecology, 2010. pp.1-10.
3. Hopkin S.P. Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). Oxford University Press, 1997. pp.45-67.
4. Hopkin S.P. Structure and ecology of Collembola. Annual Review of Entomology, 1997. pp.1-15.
5. Petersen H. Soil Collembola and decomposition processes. Acta Zoologica Fennica, 2002. pp.1-18.
6. Potapov M. Diversity of Collembola in agricultural ecosystems. ZooKeys, 2016. pp.1-25.
7. Petersen H. General aspects of Collembola ecology in agroecosystems. Applied Soil Ecology, 2002. pp.20-35.
8. Lavelle P., Spain A.V. Soil Ecology. Springer, 2001. pp.1-50.

UO'K 58.009:581.142:582.6

PHLOMOIDES ANISOCHILA VA *PHLOMOIDES SOGDIANA* URUG‘LARINING UNUVCHANLIGI VA ONTOGENEZINING BOSHLANG‘ICH BOSQICHLARI

M.M.Xolbutayeva, o'qituvchi, Jizzax politexnika instituti, Jizzax

Annotatsiya. *Tadqiqotda Phlomoides anisochila va Phlomoides sogdiana urug‘larining laboratoriya va dala sharoitidagi unuvchanligi hamda ontogenezining boshlang‘ich bosqichlari qiyosiy o‘rganildi. 2019–2023-yillarda yig‘ilgan urug‘lar 5–35 °C da 50 tadan, uch karra takroriylikda undirildi. Eng yuqori unuvchanlik 20 °C da mos ravishda 50,2 va 65,7% ni tashkil etdi. Dala sharoitida 2–3 sm chuqurlik optimal, kuzgi ekish esa bahorgiga nisbatan 5–10% samaraliroq bo‘ldi. Ph. sogdiana ning virginil davri 3–4 yil, Ph. anisochila da 4–5 yil davom etdi. Natijalar kamyob va endem turlarni urug‘dan ko‘paytirish uchun amaliy asos beradi.*

Kalit so‘zlar: *Phlomoides anisochila, Phlomoides sogdiana, urug‘ unuvchanligi, harorat, ekish chuqurligi, ontogenez, virginil davr.*

Аннотация. *Сравнительно изучены лабораторная и полевая всхожесть семян и начальные этапы онтогенеза Phlomoides anisochila и Phlomoides sogdiana. Семена, собранные в 2019–2023 гг., проращивали при 5–35 °C по 50 шт. в трех повторностях. Максимальная всхожесть при 20 °C составила 50,2 и 65,7% соответственно. Оптимальная глубина посева — 2–3 см; осенний посев был на 5–10% эффективнее весеннего. Виргинильный период Ph. sogdiana длился 3–4 года, Ph. anisochila — 4–5 лет. Результаты могут быть использованы при семенном размножении и сохранении редких эндемичных видов.*

Ключевые слова: *Phlomoides anisochila, Phlomoides sogdiana, всхожесть семян, температура, глубина посева, онтогенез, эндемичный вид.*

Abstract. *Laboratory and field seed germination and early ontogenetic stages of Phlomoides anisochila and Phlomoides sogdiana were compared. Seeds collected in 2019–2023 were germinated at 5–35 °C using 50 seeds per treatment in three replicates. Maximum germination at 20 °C reached 50.2 and 65.7%, respectively. A sowing depth of 2–3 cm was optimal, and autumn sowing was 5–10% more effective than spring sowing. The virginile period lasted 3–4 years in Ph. sogdiana and 4–5 years in Ph. anisochila. The results support seed propagation and conservation of rare endemic species.*

Keywords: *Phlomoides anisochila, Phlomoides sogdiana, seed germination, temperature, sowing depth, ontogeny, endemic species.*

Kirish. *Phlomoides* Moench Lamiaceae oilasining yirik polimorf turkumlaridan biri bo‘lib, uning Markaziy Osiyoda kamyob va endem vakillari uchraydi. Molekulyar-filogenetik tadqiqotlar *Phlomoides* ning mustaqil turkum sifatidagi maqomini asoslagan [8]. Nurota tog‘ tizmasida tarqalgan *Ph. anisochila* tor arealli O‘zbekiston endemi, *Ph. sogdiana* esa mamlakat hududidan tashqariga chiqmaydigan, biroq kengroq tarqalgan endem turdir. Ularning tabiiy tiklanishini baholashda urug‘ unuvchanligi va ontogenez bosqichlarini o‘rganish muhim ahamiyatga ega.

Phlomoides urug‘larining mikromorfologiyasi sistematik jihatdan o‘rganilgan [7], ammo *Ph. anisochila* va *Ph. sogdiana* urug‘larining harorat, ekish chuqurligi va muddatiga reaksiyasi hamda ontogenezning dastlabki bosqichlari bo‘yicha ma’lumotlar yetarli emas. Tadqiqotning maqsadi ikki tur urug‘larining morfometrik ko‘rsatkichlari va unuvchanligini qiyosiy baholash, dala sharoitida optimal ekish parametrlarini aniqlash hamda maysa, yuvenil, immatur va voyaga yetgan vegetativ bosqichlarning asosiy belgilarini tavsiflashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va metodlari. Materiallar 2019–2023-yillarda Nurota davlat qo‘riqxonasi va unga tutash hududlardagi tabiiy populyatsiyalardan yig‘ildi. Urug‘larning uzunligi, eni, rangi va 1000 dona massasi aniqlandi. Unuvchanlikni baholashda M.K. Firsova [4] hamda G.N. Alekseychuk va N.A. Laman [5] usullaridan foydalanildi. Urug‘lar kaliy permanganat eritmasi bilan ishlov berilib, nam filtr qog‘ozli Petri kosachalarida 5, 10, 15, 20, 25, 30 va 35 °C da undirildi. Har bir variantda 50 tadan urug‘ olinib, tajriba uch karra takrorlandi.

Dala tajribalarida 50 tadan urug‘ 1–2, 2–3, 3–4, 4–5 va 5–6 sm chuqurliklarda ekildi, kuzgi va bahorgi ekish variantlari taqqoslandi. Ontogenez bosqichlari T.N. Rabotnov [1, 2], I.G. Serebryakov [6] va L.A. Jukova [3] klassifikatsiyalariga tayangan holda ajratildi. Maysa bosqichidan voyaga yetgan vegetativ bosqichgacha barg, ildiz, ildiz bo‘g‘zi, kaudeks va novdalarning rivojlanishi qiyosiy kuzatildi.

Natijalar va muhokama. *Ph. anisochila* urug‘lari o‘rtacha 7,8±1,3 mm uzunlik, 2,3±0,2 mm kenglik va 13±0,01 g (1000 dona) massaga ega bo‘ldi. *Ph. sogdiana* da ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 6,7±1,2 mm, 2,3±0,2 mm va 14±0,01 g ni tashkil etdi. Demak, birinchi tur urug‘i nisbatan uzunroq, ikkinchi tur urug‘i esa biroz og‘irroq. Urug‘larning yuqori qismidagi mayda tukchalar namlikni shimish va tarqalishga moslashgan belgi sifatida qayd etildi; bu holat *Phlomoides* urug‘ mikromorfologiyasining sistematik ahamiyatiga doir ma’lumotlarni [7] reproduktiv ko‘rsatkichlar bilan to‘ldiradi.

1-jadval.

Haroratning urug‘ unuvchanligiga ta’siri (%)

Harorat, °C	*Ph. anisochila*	*Ph. sogdiana*
5	0	0
10	0	0
15	6,3±0,2	16,4±0,6
20	50,2±0,7	65,7±0,4
25	43,0±0,2	60,0±0,8
30	36,2±0,3	48,4±0,6
35	15,2±0,4	18,3±0,7

Harorat tajribasida 5–10 °C da urug‘lar unmagan, 15 °C da unuvchanlik past bo‘lgan. 20 °C da ko‘rsatkich keskin oshib, *Ph. anisochila* da 50,2%, *Ph. sogdiana* da 65,7% ga yetgan; 25–35 °C da esa izchil kamaygan (1-jadval). *Ph. sogdiana* barcha faol harorat variantlarida yuqoriroq natija ko‘rsatdi. Unish *Ph. anisochila* da uchinchi, *Ph. sogdiana* da ikkinchi kundan boshlangan; eng yuqori sutkalik ko‘rsatkich mos ravishda to‘rtinchi kuni 28,6±0,5% va uchinchi kuni 28,4±0,4% bo‘lgan. Bu natijalar *Ph. sogdiana* ning urug‘ orqali tiklanish salohiyati yuqoriroq ekanini ko‘rsatadi.

Dala sharoitida 2–3 sm chuqurlik eng maqbul variant bo‘lib, *Ph. anisochila* da 43,2%, *Ph. sogdiana* da 47,6% unuvchanlik kuzatildi (2-jadval). Chuqurlik 4–6 sm gacha oshirilganda ko‘rsatkich pasaydi. Kuzgi ekish bahorgiga nisbatan 5–10% yuqori natija berdi; optimal muddat 1–15-oktabr sifatida belgilandi. Buni tabiiy stratifikatsiyaning urug‘ni tinim holatidan chiqaruvchi

ta'siri bilan izohlash mumkin. Yorug‘ va qorong‘i sharoitlar orasida sezilarli farq kuzatilmadi, uzoq saqlangan urug‘larda esa unuvchanlik pasaydi.

2-jadval.

Ekish chuqurligining dala unuvchanligiga ta'siri (%)

Ekish chuqurligi, sm	*Ph. anisochila*	*Ph. sogdiana*
1–2	22,4	36,6
2–3	43,2	47,6
3–4	30,4	37,4
4–5	23,4	22,4
5–6	13,2	19,6

Ontogenetik kuzatishlarda har ikkala turda epigeal unish qayd etildi. Birinchi juft chin barglar hosil bo‘lgunga qadar asosiy ildiz *Ph. anisochila* da 2,9 sm, *Ph. sogdiana* da 2,4 sm ga yetgan. Yuvenil bosqich 6–7-kunlardan boshlab 3–4 juft chin barglarning shakllanishi bilan tavsiflandi; 5–6 juft barg paydo bo‘lganda ildiz 6–7 sm gacha cho‘zilib, yon ildizlar rivojlandi. Immatur bosqichda urug‘pallalar yo‘qolib, barg yaprog‘i va ildiz bo‘g‘zi yiriklashdi. Voyaga yetgan vegetativ bosqichda barglar 7–8 sm gacha yetib, novda va barg bandlari oq momiq tuklar bilan zich qoplandi.

Virginil davr *Ph. sogdiana* da 3–4 yil, *Ph. anisochila* da 4–5 yil davom etdi; generativ davr mos ravishda hayotning 4–5 va 5–6-yillaridan boshlandi. Reproduktiv mahsuldorlikda ham farq kuzatildi: *Ph. sogdiana* da potensial 240–280 urug‘dan 180–200 tasi (71–75%), *Ph. anisochila* da 280–320 urug‘dan 160–170 tasi (53–57%) yetildi. Shunday qilib, *Ph. anisochila* da unuvchanlikning pastroq bo‘lishi, virginil davrning uzoqroq davom etishi va real urug‘ mahsuldorligining kamayishi tabiiy yangilanishning nisbatan sustligini ko‘rsatadi. Laboratoriyada 20 °C, dala sharoitida 2–3 sm chuqurlik va kuzgi ekish ikki turni urug‘dan ko‘paytirish uchun asosiy amaliy parametrlar sifatida tavsiya etiladi.

Tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar reproduktiv strategiyaning yana bir muhim jihatini ko‘rsatdi: ikkala turda ham vegetativ ko‘payish deyarli kuzatilmadi, populyatsiyaning yangilanishi asosan urug‘ hisobiga kechadi. Yosh maysalar odatda ona tupga yaqin, taxminan 1–2 m masofada uchraydi va ularning soni kam bo‘ladi. Urug‘lar iyun oyining oxiridan boshlab tarqalib, tosh-shag‘alli substratda tinim holatiga o‘tadi; keyingi sovuq davr tabiiy stratifikatsiya vazifasini bajaradi. Shu sabab kuzgi ekishning yuqoriroq samaradorligi laboratoriya natijalari bilan emas, tabiiy hayot siklining o‘zi bilan ham uyg‘unlashadi. Saqlash muddati ortishi bilan unuvchanlikning pasayishi esa ex situ kolleksiyalar uchun yangi yig‘ilgan urug‘dan foydalanish va urug‘ bankida saqlash rejimini nazorat qilish zarurligini ko‘rsatadi.

Natijalarni qiyosiy talqin qilishda *Ph. sogdiana* ning yuqoriroq laboratoriya unuvchanligi, erta unishi, qisqaroq virginil davri va yuqoriroq real urug‘ mahsuldorligi bir-birini to‘ldiruvchi belgilar sifatida namoyon bo‘ladi. *Ph. anisochila* da esa bu ko‘rsatkichlarning nisbatan pastligi tor areal va kichik populyatsiyalar sharoitida tabiiy qayta tiklanishni cheklashi mumkin. Shu bois ko‘paytirish ishlarida faqat nihol olish foiziga emas, maysa va yuvenil bosqichlardan immatur bosqichga o‘tish barqarorligiga ham e'tibor berish zarur. Tajribada olingan 20 °C harorat, 2–3 sm ekish chuqurligi va 1–15-oktabr ekish muddati kamyob *Phlomoides* turlarini nazorat qilinadigan sharoitda ko‘paytirish uchun birlamchi texnologik mezonlar sifatida qaralishi mumkin.

Xulosa. *Ph. anisochila* va *Ph. sogdiana* urug‘lari uchun 20 °C optimal laboratoriya harorati, 2–3 sm esa eng samarali dala ekish chuqurligi bo‘ldi. *Ph. sogdiana* ning laboratoriya unuvchanligi 65,7%, *Ph. anisochila* niki 50,2% ni tashkil etdi; kuzgi ekish bahorgiga nisbatan 5–10% yuqori natija berdi. *Ph. sogdiana* ning virginil davri qisqaroq va urug‘ mahsuldorligi yuqoriroq bo‘lib, *Ph. anisochila* ning reproduktiv salohiyati nisbatan past ekanligi aniqlandi. Natijalar ushbu kamyob va endem turlarni urug‘dan ko‘paytirish, ko‘chat materialini olish va ex situ muhofaza qilish tadbirlarini ilmiy asoslash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Работнов Т.Н. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. – Л., 1946. – Вып. 1. – С. 465–483.

2. Работнов Т.Н. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды Ботанического института АН СССР. Сер. 3. – Л., 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.

3. Жукова Л.А. Онтогенез и циклы воспроизведения растений // Общая биология. – 1983. – № 3 (44). – С. 361–374.

4. Фирсова М.К. Методы определения качества семян. – М.: Сельхозлитература, 1959. – 351 с.
5. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. – Минск: Право и экономика, 2005. – 48 с.
6. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Наука, 1952. – С. 15–291.
7. Eyvazadeh Khosroshahi E., Salmaki Y. Nutlet micromorphology and its systematic implications in *Phlomoides* Moench (Lamiaceae) // Nova Biologica Reperta. – 2018. – Vol. 5, No. 1. – P. 82–94.
8. Salmaki Y., Zarre S., Ryding O., Lindqvist C., Schneunert A., Brauchler C., Heubl G. Phylogeny of the tribe Phlomideae (Lamioideae: Lamiaceae) with special focus on Eremostachys and *Phlomoides* // Taxon. – 2012. – Vol. 61, No. 1. – P. 161–179.

UO'K: 575.5.113:17:577.21.633.111.1

GOSSYPIUM HERBACEUM VA *G. ANOMALUM* TURLARI HAMDA ULARNING DURAGAYLARIDA MEYOZ JARAYONINING SITOGENETIK TAHLILI

M.D.Xolova, kat.i.x., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent davlat tibbiyot universiteti Chirchiq filiali, Toshkent
D.Q.Ernazarova, prof., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Toshkent
M.T.Xidirov, kat.i.x., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, O'simliklar genetik resurslari ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent
A.A.Iskandarov, kat.i.x., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent davlat tibbiyot universiteti Chirchiq filiali, Toshkent
D.Sh.Erjigitov, kat.i.x., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent
S.K.Arslanova, kat.i.x., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Toshkent
O.A.Muhammadiyev, assistent o'qituvchi, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Toshkent
M.N.Arabova, doktorant, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent
F.N.Kushanov, prof., Fanlar akademiyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Toshkent

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda G.herbaceum subsp.frutescens, subsp.pseudoarboreum va G.anomalum turlari, shuningdek, ularning F_1 va F_1C (sun'iy sintetik duragay) larida meyoz jarayonining buzilishlari борасидаги маълумотлар келтирилган. Maqolada o'rganilgan namunalar bo'yicha meyotik indeks, anormal shakllangan sporadalar кўрсаткичлари va turli xildagi meyotik buzilishlar (mikroyadroli tetradalar va boshqa anormal sporadalar) keltirilgan. Natijalar duragaylanishning, ayniqsa uzoq qarindosh turlar o'rtasida, meyoz jarayonining beqarorlashuviga olib kelishini ko'rsatdi. Ota-ona turlarida meyotik indeks yuqori va anormal sporadalar foizi past bo'lgan bo'lsa, duragaylarda bu ko'rsatkichlar sezilarli darajada o'zgargan. Turli duragay kombinatsiyalarida meyotik buzilishlarning turlicha darajasi aniqlandi, bu esa genetik nomuvofiqlik darajasining farqini aks ettiradi. Mikroyadroli tetradalar va boshqa anormal sporalar shakllarining mavjudligi duragaylarda xromosoma segregatsiyasining buzilganligini tasdiqlaydi. Ushbu tadqiqot natijalari Gossypium turlari o'rtasidagi filogenetik munosabatlarni aniqlash, duragaylash selektsiyasi strategiyalarini optimallashtirish va duragay avlodlarda unumdorlikning pasayish mexanizmlarini tushunish uchun muhim ahamiyatga ega.*

Kalit so'zlar: *Gossypium, meyoz, meyotik indeks, anormal sporadalar, mikroyadro, duragaylanish, sitogenetika.*

Аннотация. *В данном исследовании типы G.herbaceum subsp.frutescens, subsp.pseudoarboreum и G.anomalum, а также нарушения мехионного процесса в их F_1 и F_1C (искусственный синтетический гибриды) также являются приведены данные. В статье перечислены мейотический индекс, аномально сформированные спорады кюсаткишаларри и различные мейотические нарушения микроядрои тетры и другие аномальные спорады. Результаты показали, что гибриды, особенно между отдаленными родственными видами, приводят к дестабилизации процесса меозы. В то время как у родительских видов миотический индекс был высоким, а процент аномальных спор низким, у гибридов эти*

показатели существенно изменились. В разных гибридных комбинациях были выявлены различные уровни мейотических нарушений, что отражает разницу в уровне генетической несовместимости. Наличие микроядерных тетр и других аномальных спор подтверждает, что сегрегация хромосом у гибридов нарушена. Результаты данного исследования важны для выявления филогенетических связей между видами Gossypium, оптимизации стратегий гибридизационного отбора и понимания механизмов снижения продуктивности в гибридных поколениях.

***Ключевые слова**: Gossypium, мейоз, мейотический индекс, аномальные спорады, микроядро, гибриды, цитогенетика.*

***Abstract.** In this study, cytogenetic disorders of the herbase process were studied G.herbaceum subsp.frutescens, subsp.pseudoarboreum and G.anomalum species, as well as in their hybrids in F_1 and F_1C. The article presents the meiosis index, the percentage of abnormally formed spores, and various types of meiosis disorders (micronuclear tetrads and other abnormal spores) for the studied samples. The results showed that hybridization, especially among distantly related species, leads to the destabilization of the hybridization process. While the parental species had a high meiosis index and a low percentage of abnormal spores, these indicators changed significantly in the hybrids. Different degrees of meiosis disorders were identified in different hybrid combinations, reflecting differences in the degree of genetic incompatibility. The presence of micronucleated tetrads and other abnormal spore forms confirms the disruption of chromosomal segregation in the hybrids. The results of this study are important for determining the phylogenetic relationships between Gossypium species, optimizing hybridization selection strategies, and understanding the mechanisms of declining productivity in hybrid generations.*

***Key words:** Gossypium, meiosis, meiosis index, abnormal spores, micronucleus, hybridization, cytogenetics.*

Kirish. O‘simliklar seleksiyasida uzoq va yaqin qarindosh turlarni chatishtirish orqali genetik xilma-xillikni oshirish va yangi, qimmatli xo‘jalik belgilariga ega bo‘lgan duragay avlodlarni yaratish muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq, turli genetik fondagi ota-ona formalarini chatishtirish duragaylarda meyoz jarayonining buzilishiga olib kelishi mumkin, bu esa gametalarning rivojlanishiga va natijada unumdorlikning pasayishiga sabab bo‘ladi [5]. Meyoz - jinsiy ko‘payish uchun zarur bo‘lgan reduktsion bo‘linish jarayoni bo‘lib, gomologik xromosomalarning konjugatsiyasi va segregatsiyasi, shuningdek, genetik rekombinatsiya kabi murakkab bosqichlarni o‘z ichiga oladi [2]. Meyozning buzilishi aneuploidiya, poliploidiya va genetik beqarorlik kabi anormalliklarga olib kelishi mumkin.

Gossypium L. Dunyo bo‘ylab keng tarqalgan va muhim tolali ekin hisoblanadi. Ushbu jins turli xil diploid va tetraploid turlarni o‘z ichiga oladi, ular o‘rtasida duragaylash selektsiya dasturlarida keng qo‘llaniladi [1]. Biroq, uzoq qarindosh turlarni chatishtirishda duragay avlodlarda unumdorlikning pasayishi kuzatilishi mumkin. Bu asosan, meyoz jarayonining buzilishi bilan bog‘liq. Mazkur ishning asosiy maqsadi *G herbaceum* va *G.anomalum* turlari hamda ularning duragay avlodlarida meyozning borishini qiyosiy o‘rganish va duragaylanishning meyoz jarayoni barqarorligiga ko‘rsatadigan ta’sirini ilmiy asoslab berishdan iborat.

Materiallar va Usullar: Tadqiqot obyekti sifatida *G.herbaceum* subsp.*frutescens*, *G.herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* va *G. anomalum* turlari hamda ularning F_1 va F_1C duragay avlodlari tanlab olindi. Barcha namuna o‘simliklari bir xil agrotexnik sharoitlarda yetishtirildi. Meyoz jarayonini sitologik tahlil qilish maqsadida gullashdan oldingi g‘unchalar maxsus fiksatorlar yordamida fiksatsiya qilindi va standart sitologik bo‘yash usullari qo‘llanildi. Tayyorlangan preparatlar yorug‘lik mikroskopida (40× kattalashtirishda) tahlil etildi. Har bir namuna bo‘yicha meyoz bosqichlarini aniq baholash uchun kamida 150-200 ta sporada kuzatuv olib borildi. Meyotik indeks va anormal shakllangan sporadalar foizi aniqlandi. Shuningdek, turli xildagi meyotik buzilishlar, jumladan mikroyadroli tetradalar va boshqa anormal sporalar shakllari qayd etildi va ularning foizi hisoblab chiqildi. Olingan ma’lumotlar statistik tahlil qilindi.

O‘tkazilgan sitogenetik tahlillar natijasida o‘rganilayotgan *G.anomalum*, *G.herbaceum* namunalari va ular ishtirokidagi duragaylarning mikrosporogenez jarayoni barqarorligi turlicha ekanligi aniqlandi (1-jadval).

1-jadval.

O‘rganilgan namunalarining sitogenetik ko‘rsatkichlari

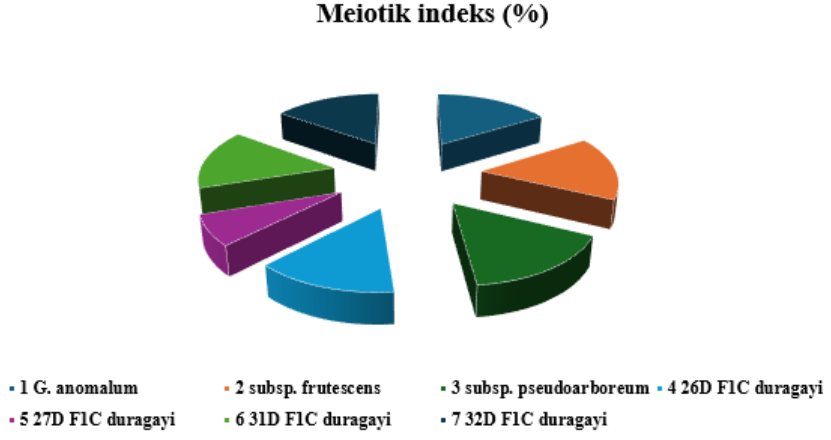
t/r	namuna nomi	meiotik indeks (%)	diada va poliadalar (%)	mikroyadroli tetradalar (%)
1	*G. anomalum*	98,59±0,44	1,0±0,10	0,1±0,05
2	subsp. *frutescens*	96,66±0,13	2,5±0,25	0,4±0,12
3	subsp. *pseudoarboreum*	98,59±0,44	1,2±0,15	0,2±0,08
4	26D F_1C subsp. *pseudoarboreum*×*G.anomalum*	85,71±2,17	27,0±1,55	4,5±0,85
5	27D F_1C subsp. *pseudoarboreum*×*G.anomalum*	45,50±3,85	45,0±2,40	12,8±1,45
6	31D F_1C subsp.*frutescens*×*G.anomalum*	91,27±1,00	23,0±1,12	2,1±0,40
7	32D F_1C subsp.*frutescens*×*G.anomalum*	91,74±1,52	18,0±1,35	1,8±0,35

Olingan ma’lumotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, nazorat varianti va yovvoyi kenja turlar *G.anomalum*, subsp.*frutescens*, subsp.*pseudoarboreum* eng yuqori genetik barqarorlikka ega bo‘lib, ularda meiotik indeks 96,66% dan 98,59% gacha bo‘lgan yuqori ko‘rsatkichlarni namoyon etdi. Ushbu namunalarda mikroyadrolar va anomal bo‘linish mahsulotlari minimal darajada qayd etildi, bu esa mikrosporogenez jarayonining qat’iy tartibda kechishidan dalolat beradi.



1-rasm. F_1C duragaylarida mikrosporogenez jarayonidagi anomal tetradalar va diadalar.

Aksincha, duragay namunalarda, ayniqsa 27D F_1C kombinatsiyasida kuchli genetik nomutanosiblik kuzatildi. Ushbu duragayda meiotik indeks keskin pasayib, 45,50 % ni tashkil etdi, diada va poliadalar miqdori esa 45,0% gacha ko‘tarildi. Bu holat genomlararo nomutanosiblik natijasida xromosomalarning qutblarga noto‘g‘ri taqsimlanishi va 100 ta tetradada o‘rtacha 12,8 ta mikroyadro hosil bo‘lishi bilan tasdiqlanadi. Shu bilan birga, 31D va 32D F_1C duragaylari nisbatan barqaror meiotik ko‘rsatkichlari 91,27% va 91,74% bilan ajralib turdi. Garchi ularda ham ma’lum darajada mikroyadrolar kuzatilgan bo‘lsada 1,8-2,1 normal tetradalar hosil bo‘lish miqdori yuqoriligi 77-82% bu namunalarning issiqlikka chidamlilik xususiyatlarini saqlagan holda, seleksiya jarayonida istiqbolli ashyo bo‘lib xizmat qilishini ko‘rsatadi. Umumiy xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, meiotik indeksning yuqoriligi va mikroyadrolar sonining kamligi o‘simlikning tashqi muhit stress omillariga moslashuvchanlik mexanizmlari ishga tushganligidan dalolat beruvchi asosiy sitogenetik biomarkerlardir.



Muhokama. Olingan natijalar *Gossypium* turlari o‘rtasida duragaylanish meyoz jarayonining buzilishiga olib kelishini tasdiqlaydi. Ota-ona turlarida meyozning yuqori barqarorligi ularning genetik muvofiqligini ko‘rsatsa, duragaylarda meyotik indeksning pasayishi va anormal sporadalar foizining oshishi genetik nomuvofiqlik, gomologik xromosomalarning konjugatsiyasi va segregatsiyasidagi muammolar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin [3]. Duragaylarda mikroyadroli tetradalarning mavjudligi anafaza bosqichida xromosomalarning noto‘g‘ri ajralishi va yo‘qolishini ko‘rsatadi [4]. Turli duragay kombinatsiyalarida meyotik buzilishlarning turlicha darajasi ota-ona genomlari o‘rtasidagi genetik masofaning farqini aks ettirishi mumkin. Ayniqsa, yuqori darajadagi anomaliyalarni ko‘rsatgan duragaylar 27D F_1C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* bu genetik kombinatsiyada jiddiy genetik nomuvofiqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Ushbu tadqiqot natijalari *Gossypium* seleksiyasi strategiyasini takomillashtirish hamda duragaylarning hosildorlik ko‘rsatkichlarini barqarorlashtirishda amaliy ahamiyatga ega. Aniqlangan genetik nomuvofiqliklar mexanizmlarini molekulyar darajada to‘liq ochib berish maqsadida kelgusida chuqurlashtirilgan genetik tahlillarni o‘tkazish dolzarb hisoblanadi.

Xulosa. Tadqiqot *Gossypium* turlari o‘rtasidagi uzoq masofali duragaylanishning meyoz jarayoniga sezilarli salbiy ta’sirini, xususan, xromosomalar konjugatsiyasi va segregatsiyasidagi jiddiy buzilishlarni asosladi. *G.herbaceum* va *G.anomalum* duragaylarida meyotik indeksning pasayishi, mikroyadroli tetradalar hamda anormal sporalar sonining ortishi genomlararo nomutanosiblik va xromosomalararo gomologiyaning yetarli emasligidan dalolat beradi. Turli duragay kombinatsiyalarida meyotik beqarorlik darajasining turlicha ekanligi aniqlandi. Ushbu natijalar g‘o‘za seleksiyasida duragaylarning reproduktiv qobiliyatini oldindan baholash va seleksion ishlarda yuqori sifatli gametalarni shakllantiruvchi duragaylarni tanlab olishda muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi. Umumiy holda, tadqiqot *Gossypium* sitogenetikasi bo‘yicha ilmiy qarashlarni boyitib, seleksion jarayonni optimallashtirish uchun muhim tavsiyalar beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Fryxell, P. A. (1979). The natural history of the cotton tribe (Malvaceae, tribe Gossypieae). Texas A&M University Press.

2. Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. E. (2000). Molecular cell biology (4th ed.). W. H. Freeman.

3. Ramsey, J., & Schemske, D. W. (1998). Pathways, mechanisms, and rates of polyploid formation in flowering plants. Annual Review of Ecology and Systematics, 29(1), 467–501. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.467

4. Schubert, I., & Oud, J. L. (1997). Micronuclei in plant cells: A review. Subcellular Biochemistry, 29, 359–388. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1763-8_16

5. Kholova, M. D., Ernazarova, D. K., Azimova, L. A., Erjigitov, D. S., Rafieva, F. U., Khidirov, M. T.,... & Kushanov, F. N. (2025). Genetic improvement of cultivated cotton (Gossypium hirsutum) for drought and pest resistance through hybridization with wild species. Journal of Plant Interactions, 20(1), 2589531.

UO’K 595.384

PONTASTACUS SP. (CRUSTACEA: DECAPODA) TURINING MORFOMETRIK XUSUSIYATLARI VA TANA BELGILARINING O‘ZARO BOG‘LIQLIGI

A.Xusanov, prof., b.f.d., Andijon davlat universiteti, Andijon
A.Yaxyoyev, tayanch doktorant, Andijon davlat universiteti, Andijon
M.Xakimova, o‘qituvchi, Andijon davlat universiteti, Andijon
R.Matyoqubova, talaba, Andijon davlat universiteti, Andijon

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda Andijonning sharqiy qismidan (O‘zbekiston, Xo‘jaobod) yig‘ilgan Pontastacus sp. turi namunalarining morfometrik xususiyatlari, tana belgilarining o‘zgaruvchanligi va o‘zaro bog‘liqligini o‘rganish maqsadida 2025–2026-yillarda jami 42 ta qisqichbaqa namunasi tahlil qilindi.*

Namunalar orasida 8 ta erkak va 34 ta urg‘ochi individ qayd etildi. O‘rganilgan namunalarga asosan, qisqichbaqalarning tana umumiy uzunligi 44.7–95.0 mm, tana og‘irligi esa 2.0–11.0 g oralig‘ida bo‘ldi. O‘rtacha tana uzunligi 70.51 ± 12.39 mm, o‘rtacha tana og‘irligi esa 5.83 ± 2.37 g ni tashkil etdi.

Eng yuqori individual o'zgaruvchanlik tana og'irligi hamda chap va o'ng qisqich uzunliklarida kuzatildi. Jinslar bo'yicha ayrim morfometrik farqlar qayd etilgan bo'lsa-da, erkak va urg'ochi individlar o'rtasida statistik jihatdan ishonchli farq aniqlanmadi (p > 0.05). Tana umumiy uzunligi tana og'irligi (r = 0.953) va boshqa asosiy morfometrik belgilar bilan kuchli ijobiy bog'liqlik ko'rsatdi. Fulton kondisiya faktori o'rtacha 1.62 ± 0.31 ni tashkil etib, jinslar o'rtasida ishonchli farq qilmadi. Olingan natijalar ushbu ko'l populyatsiyasida Pontastacus sp. ning morfometrik tuzilishi bo'yicha dastlabki ilmiy ma'lumotlarni beradi.

Kalit so'zlar: *Pontastacus sp., chuchuk suv qisqichbaqasi, morfometriya, tana belgilari o'zgaruvchanligi, korrelyatsion tahlil, Farg'ona vodiysi, O'zbekiston.*

Аннотация. *В настоящем исследовании с целью изучения морфометрических характеристик, изменчивости признаков тела и их взаимосвязей у особей вида Pontastacus sp., собранных в восточной части Андижана (Узбекистан, Ходжаабад), в течение 2025–2026 годов было проанализировано в общей сложности 42 экземпляра раков.*

Среди образцов зарегистрировано 8 самцов и 34 самки. По изученным образцам общая длина тела раков составила от 44,7 до 95,0 мм, а масса тела – от 2,0 до 11,0 г. Средняя длина тела составила 70,51 ± 12,39 мм, а средняя масса тела – 5,83 ± 2,37 г.

Наибольшая индивидуальная изменчивость наблюдалась по массе тела, а также по длине левой и правой клешней. Хотя были отмечены некоторые морфометрические различия по полу, статистически достоверных различий между самцами и самками не выявлено (p > 0,05). Общая длина тела показала сильную положительную корреляцию с массой тела (r = 0,953) и с другими основными морфометрическими признаками. Фактор упитанности Фултона в среднем составил 1,62 ± 0,31 и достоверно не различался между полами. Полученные результаты предоставляют предварительные научные данные о морфометрической структуре Pontastacus sp. в данной озёрной популяции.

Ключевые слова: *Pontastacus sp., пресноводный рак, морфометрия, изменчивость признаков тела, корреляционный анализ, Ферганская долина, Узбекистан.*

Abstract. *In this study, a total of 42 crayfish specimens were analyzed during 2025–2026 in order to investigate the morphometric characteristics, the variability of body traits, and their interrelationships in specimens of Pontastacus sp. collected from the eastern part of Andijan (Uzbekistan, Xo'jaobod).*

Among the specimens, 8 males and 34 females were recorded. Based on the studied specimens, the total body length of the crayfish ranged from 44.7 to 95.0 mm, and body weight from 2.0 to 11.0 g. The mean body length was 70.51 ± 12.39 mm, and the mean body weight was 5.83 ± 2.37 g.

The highest individual variability was observed in body weight and in the lengths of the left and right chelae. Although some morphometric differences between the sexes were recorded, no statistically significant difference was detected between males and females (p > 0.05). Total body length showed a strong positive correlation with body weight (r = 0.953) and with other main morphometric traits. The Fulton condition factor averaged 1.62 ± 0.31 and did not differ significantly between the sexes. The obtained results provide preliminary scientific data on the morphometric structure of Pontastacus sp. in this lake population.

Key words*: Pontastacus sp., freshwater crayfish, morphometry, variability of body traits, correlation analysis, Fergana Valley, Uzbekistan.*

Kirish. Chuchuk suv qisqichbaqalari suv ekotizimlarining muhim bentik organizmlaridan biri sanaladi. Ular oziqa zanjiri, organik moddalarning aylanishi, suv o'simliklari va suv ostida yashovchi organizmlar sonini tartibga solishda muhim ekologik ahamiyat kasb etadi.

Pontastacus Bott, 1950 urug'iga mansub chuchuk suv qisqichbaqalari Decapoda turkumiga mansub. Ushbu urug'ga mansub turlar, xususan *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823, Yevroosiyo chuchuk suv havzalarida keng tarqalgan va ekologik hamda iqtisodiy jihatdan muhim tur sifatida qayd etilgan (Alvanou et al., 2023; Bláha et al., 2023; Gençay et al., 2024).

Pontastacus leptodactylus turi eng ko'p o'rganilgan turlardan biri bo'lib, uning tabiiy areali asosan Ponto-Kaspiy mintaqasi – Qora dengiz, Azov va Kaspiy dengizi havzalari bilan bog'liq.

So‘nggi tadqiqotlarda ushbu tur Turkiya, Eron, Qozog‘iston, Kavkaz, shimoli-g‘arbiy Rossiya va Xitoyning Shinjon (Irtysh daryosi havzasi) hududlarida ham qayd etilgan (Berezina et al., 2021; Bláha et al., 2023; Khoshkholgh & Nazari, 2019; Li et al., 2025). Markaziy Osiyo, xususan O‘zbekiston hududida esa *Pontastacus* sp. populyasiyalari yetarli darajada o‘rganilmagan.

Chuchuk suv qisqichbaqalarida morfometrik belgilarni o‘rganish populyasiya tuzilishi, individual o‘sish, jinsiy dimorfizm va geografik farqlanishni aniqlash uchun muhim ahamiyatga ega. Karapaks, qorin, qisqichlar va tana o‘lchamlariga oid ko‘rsatkichlar tur yoki populyasiyalararo farqlarni, shuningdek lokal ekologik sharoitlarga moslashuv darajasini baholash imkonini beradi (Imentai et al., 2023; Rudolph et al., 2016). Bunday yondashuv, ayniqsa morfologik jihatdan o‘xshash populyasiyalarni farqlash va muhofaza choralarini ishlab chiqishda muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

Jinsiy dimorfizm ham qisqichbaqalar morfometriyasida muhim ko‘rsatkichlardan biridir. Ko‘plab tadqiqotlarda erkak individlarda karapaks va qisqichlar kattaroq, urg‘ochilarda esa qorin kengligi yuqoriroq bo‘lishi qayd etilgan; bu farqlar erkaklarda raqobat va juftlashish, urg‘ochilarda esa tuxum ko‘tarish va ko‘payish funksiyasi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin (Dartay & Ateşşahin, 2013; Gençay et al., 2024; Roljić et al., 2019).

O‘zbekiston va unga tutash hududlarda *Pontastacus* sp. populyasiyalarining morfometrik tuzilishi, jinsiy tarkibi va uzunlik–og‘irlik munosabati bo‘yicha ma’lumotlar yetarli emas, mavjud tadqiqotlar asosan Turkiya, Eron, Kavkaz, Sharqiy Yevropa, Qozog‘iston va Xitoy populyasiyalarini qamrab olgan (Bláha et al., 2023; Khoshkholgh & Nazari, 2019; Li et al., 2025). Shu bois O‘zbekistonning sharqiy Farg‘ona vodiysidagi populyasiyani o‘rganish turning fenotipik o‘zgaruvchanligi va ekologik holatini dastlabki baholash uchun muhim ahamiyatga ega.

Ushbu tadqiqotning maqsadi ilk marotaba O‘zbekistonning sharqiy Farg‘ona vodiysida tarqalgan *Pontastacus* sp. namunalarining asosiy morfometrik ko‘rsatkichlarini, tana belgilarining o‘zgaruvchanligi va o‘zaro bog‘liqligini, jinslar bo‘yicha farqlanishini hamda individlarning umumiy holatini baholashdan iborat.

Materiallar va uslublar. Ushbu tadqiqot *Pontastacus* sp. namunalarining morfometrik o‘lchamlarini o‘rganish maqsadida olib borildi. Tadqiqot materiali 2025 va 2026-yillarning aprel–may oylarida Andijon viloyati Xo‘jaobod tumani Karnaychi qishlog‘i yaqinidagi tabiiy ko‘ldan yig‘ildi (40°31′00.8″N, 72°38′22.4″E).

Qisqichbaqa namunalari qo‘l va gidrobiologik suv tori yordamida yig‘ildi. Namunalar asosan qirg‘oqbo‘yi sayoz qismlaridan, toshlar ostidan hamda suv o‘tlari orasidan terib olindi. Bu usul suv havzasining bentik va qirg‘oqbo‘yi kichik yashash muhitida yashovchi individlarni aniqlash va yig‘ish imkonini berdi.

Tadqiqot davomida jami 42 ta *Pontastacus* sp. turi morfometrik tahlil uchun ajratib olindi. Namunalar laboratoriya sharoitida tekshirildi va har bir individning asosiy tana o‘lchamlari qayd etildi. Jins ventral (qorin tomondagi) morfologik belgilar asosida aniqlandi: erkak individlar gonopodlarning mavjudligi va joylashuvi bo‘yicha, urg‘ochilar esa ventral tuzilish xususiyatlari bo‘yicha ajratildi. Tahlil qilingan namunalar orasida 8 ta erkak va 34 ta urg‘ochi individ qayd etildi.

Har bir individning tana umumiy uzunligi va asosiy morfometrik ko‘rsatkichlari oddiy shtangensirkul yordamida 0,1 mm aniqlikda o‘lchandi. Tana og‘irligi esa 0,01 g aniqlikdagi raqamli tarozi yordamida o‘lchandi. O‘lchash Rhodes va Holdich (1984) taklif etgan umumiy sxema asosida, uni *P. leptodactylus* uchun qo‘llagan Gençay va boshqalar (2024) usuliga muvofiq amalga oshirildi. Quyidagi belgilar qayd etildi: tana umumiy uzunligi – rostrum uchidan telsonning orqa chetigacha (TL); karapaksning eng keng joyidagi kengligi (CW); tana kengligi (BW); qorin kengligi (AW); rostrum uzunligi (RL); telson uzunligi (TEL); o'ng qisqich uzunligi (RChL); chap qisqich uzunligi (LChL); yurish oyog‘i uzunligi (PL); telson kengligi (TEW); va tana og'irligi (W).

Tana umumiy uzunligi bilan boshqa morfometrik belgilar o‘rtasidagi bog‘liqlik Pirson korrelyasiya koyeffisiyenti asosida hisoblandi. Jinslar bo‘yicha morfometrik ko‘rsatkichlar taqqoslanganda erkak va urg‘ochi individlar uchun o‘rtacha qiymat va standart og‘ish hisoblandi. Erkak va urg‘ochi individlar orasidagi farqlarni aniqlash uchun Welch t-testi qo‘llandi, chunki guruhlar dispersiyalarining tengligi taxmin qilinmadi. Individlarning umumiy holatini baholash

uchun Fulton kondisiya faktori $K = 100 \times W / L^3$ (W – og‘irlik, g; L – tana umumiy uzunligi, sm) formulasi bo‘yicha hisoblandi.

Morfometrik belgilar bo‘yicha individual o‘zgaruvchanlik variatsiya koyeffisiyenti (CV, %) yordamida aniqlandi. Shuningdek, asosiy tana qismlarining tana umumiy uzunligiga nisbiy ulushi foizlarda hisoblandi. O‘ng va chap qisqich uzunliklari o‘rtasidagi farq individual assimetriyani baholash uchun alohida tahlil qilindi.

Statistik tahlillar PAST, Microsoft Excel va OriginPro 2024 dasturlarida bajarildi.

Natijalar. O‘rganilgan 42 ta *Pontastacus* sp. namunasining tana umumiy uzunligi, karapaks o‘lchami, tana va qorin kengligi, rostrum, telson, o‘ng va chap qisqich hamda yurish oyog‘i uzunligi va tana og‘irligi o‘lchandi. Tana umumiy uzunligi 44.7–95.0 mm (o‘rtacha 70.51 ± 12.39 mm), tana og‘irligi esa 2.0–11.0 g (o‘rtacha 5.83 ± 2.37 g) oralig‘ida bo‘ldi. Qolgan belgilar ham keng diapazonda o‘zgarib, o‘rganilgan populyatsiyada morfometrik xilma-xillik mavjudligini ko‘rsatdi (1-jadval).

1-jadval

***Pontastacus* sp. namunalarining asosiy morfometrik ko‘rsatkichlari**

Ko‘rsatkich	N	Min	Max	O‘rtacha ± SD	SE	CV (%)
TL	42	44.7	95.0	70.51 ± 12.39	1.91	17.57
CW	42	12.6	23.4	17.90 ± 3.02	0.47	16.84
BW	42	9.3	18.3	14.32 ± 2.17	0.33	15.12
AW	42	8.1	16.5	12.39 ± 2.05	0.32	16.57
RL	42	3.4	12.1	8.02 ± 1.73	0.27	21.61
TEL	42	7.8	18.3	11.50 ± 2.25	0.35	19.57
RCHL	42	11.0	32.0	20.31 ± 5.53	0.85	27.23
LCHL	42	5.2	32.2	19.53 ± 5.80	0.89	29.69
PL	42	12.0	31.5	20.80 ± 4.39	0.68	21.12
TEW	42	9.2	19.2	13.72 ± 2.94	0.45	21.44
W	42	2.0	11.0	5.83 ± 2.37	0.37	40.59

Izoh: TL – tana umumiy uzunligi; CW – karapaks o’lchami; BW – tana kengligi; AW – qorin kengligi; RL – rostrum uzunligi; TEL – telson uzunligi; RCHL – o’ng qisqich uzunligi; LCHL – chap qisqich uzunligi; PL – yurish oyog’i uzunligi; TEW – telson kengligi; W – tana og’irligi.

Variatsiya koyeffisiyenti bo‘yicha eng yuqori o‘zgaruvchanlik tana og‘irligida kuzatildi (CV = 40.59%). Qisqich o‘lchamlarida ham nisbatan yuqori o‘zgaruvchanlik aniqlanib, chap qisqich uzunligi uchun CV = 29.69%, o‘ng qisqich uzunligi uchun esa CV = 27.23% bo‘ldi. Rostrum uzunligi, telson kengligi va yurish oyog‘i uzunligida o‘rtacha darajadagi o‘zgaruvchanlik kuzatildi. Nisbatan barqaror belgilar tana kengligi, qorin kengligi va karapaks o‘lchami bo‘ldi (1-jadval). Ushbu natijalar *Pontastacus* sp. populyasiyasida tana og‘irligi va qisqich uzunliklari eng o‘zgaruvchan morfometrik belgilar ekanligini ko‘rsatadi.

2-jadval

Erkak va urg‘ochi individlarning asosiy morfometrik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Erkaklar, n = 8	Urg‘ochilar, n = 34	p qiymat
TL	69.56 ± 12.52	70.73 ± 12.54	0.8171
CW	17.88 ± 3.08	17.91 ± 3.05	0.9782
BW	13.91 ± 2.63	14.41 ± 2.08	0.6277
AW	12.10 ± 2.78	12.45 ± 1.89	0.7412
RL	7.89 ± 2.02	8.05 ± 1.69	0.8402
TEL	11.90 ± 2.30	11.41 ± 2.26	0.5996
RCHL	18.66 ± 4.12	20.69 ± 5.79	0.2679
LCHL	18.44 ± 6.87	19.79 ± 5.60	0.6164
PL	19.90 ± 4.41	21.01 ± 4.43	0.5342
TEW	14.35 ± 3.28	13.57 ± 2.89	0.5493
W	5.56 ± 2.51	5.90 ± 2.37	0.7390

Izoh: p qiymatlar Wyelch t-testi asosida hisoblangan. Barcha holatlarda $p > 0.05$.

Ventral morfologik belgilar asosida namunalar jinslari aniqlandi. Tahlil qilingan 42 ta individning 8 tasi erkak va 34 tasi urg‘ochi sifatida belgilandi. Erkaklar umumiy namunalarning 19.0% ini, urg‘ochilar esa 81.0% ini tashkil etdi. Erkak individlarda tana umumiy uzunligi 69.56 ± 12.52 mm, urg‘ochilarda esa 70.73 ± 12.54 mm bo‘ldi. Tana og‘irligi erkaklarda 5.56 ± 2.51 g, urg‘ochilarda esa 5.90 ± 2.37 g ni tashkil etdi. Shuningdek, urg‘ochi individlarda tana umumiy

uzunligi, tana kengligi, qorin kengligi, rostrum uzunligi, o‘ng va chap qisqich uzunligi, yurish oyog‘i uzunligi hamda tana og‘irligi biroz yuqoriroq, erkaklarda esa telson uzunligi va telson kengligi nisbatan yuqoriroq qayd etildi (2-jadval).

Jinslar o‘rtasidagi farqlar Wyelch t-testi yordamida tekshirilganda, barcha o‘rganilgan morfometrik ko‘rsatkichlar bo‘yicha statistik jihatdan ishonchli farq aniqlanmadi ($p > 0.05$). Xususan, tana umumiy uzunligi ($p = 0.8171$), karapaks o‘lchami ($p = 0.9782$), tana kengligi ($p = 0.6277$), qorin kengligi ($p = 0.7412$), rostrum uzunligi ($p = 0.8402$), telson uzunligi ($p = 0.5996$), o‘ng qisqich uzunligi ($p = 0.2679$), chap qisqich uzunligi ($p = 0.6164$), yurish oyog‘i uzunligi ($p = 0.5342$), telson kengligi ($p = 0.5493$) va tana og‘irligi ($p = 0.7390$) bo‘yicha erkak va urg‘ochi individlar orasida ahamiyatli tafovut kuzatilmadi (2-jadval). Shu sababli, o‘rganilgan populyasiyada jinsiy dimorfizm aniq ifodalanmagan deb baholandi.

Tana umumiy uzunligi boshqa morfometrik belgilar bilan ijobiy bog‘liqlik ko‘rsatdi. Eng kuchli bog‘liqlik tana umumiy uzunligi va tana og‘irligi o‘rtasida kuzatildi ($r = 0.953$). Shuningdek, tana umumiy uzunligi tana kengligi ($r = 0.897$), qorin kengligi ($r = 0.886$), chap qisqich uzunligi ($r = 0.850$), telson kengligi ($r = 0.816$) va karapaks o‘lchami ($r = 0.813$) bilan ham kuchli ijobiy bog‘liqlikka ega bo‘ldi. Rostrum uzunligi ($r = 0.788$), o‘ng qisqich uzunligi ($r = 0.779$), telson uzunligi ($r = 0.778$) va yurish oyog‘i uzunligi ($r = 0.744$) bilan bog‘liqlik ham ijobiy bo‘lib, o‘rtacha–yuqori darajada ifodalandi (3-jadval).

3-jadval

Tana umumiy uzunligi bilan morfometrik belgilar o‘rtasidagi korrelyasiya

Bog‘liqlik	r qiymati
TL – W	0.953
TL – BW	0.897
TL – AW	0.886
TL – LCHL	0.850
TL – TEW	0.816
TL – CW	0.813
TL – RL	0.788
TL – RCHL	0.779
TL – TEL	0.778
TL – PL	0.744

Ushbu natijalar tana umumiy uzunligi *Pontastacus* sp. individlarida asosiy morfometrik belgilar o’sishini ifodalovchi muhim ko’rsatkich ekanligini ko’rsatadi.

Tana proporsiyalarini baholash maqsadida asosiy morfometrik belgilar tana umumiy uzunligiga nisbatan foizlarda hisoblandi. Karapaks o‘lchami tana umumiy uzunligining o‘rtacha $25.57 \pm 2.60\%$ qismini tashkil etdi. Tana kengligi $20.46 \pm 1.89\%$, qorin kengligi esa $17.66 \pm 1.58\%$ bo‘ldi. Rostrum uzunligi tana umumiy uzunligining $11.39 \pm 1.72\%$, telson uzunligi $16.40 \pm 1.99\%$ va telson kengligi $19.46 \pm 2.32\%$ qismini tashkil etdi. O‘ng qisqich uzunligi TL ga nisbatan $28.62 \pm 4.72\%$, chap qisqich uzunligi esa $27.33 \pm 5.15\%$ bo‘ldi. Yurish oyog‘i uzunligi esa tana umumiy uzunligining o‘rtacha $29.65 \pm 4.52\%$ qismini tashkil etdi.

Qisqichlar orasidagi farq tahlil qilinganda, o‘ng qisqich uzunligi 27 ta namunada chap qisqichdan uzunroq, 15 ta namunada esa chap qisqich uzunroq bo‘ldi. O‘ng va chap qisqich uzunliklari o‘rtasidagi o‘rtacha farq 0.77 ± 4.15 mm ni tashkil etdi. Juftlangan t-test ($p = 0.23$) va Wilcoxon testi ($p = 0.14$) natijalariga ko‘ra, o‘ng va chap qisqich uzunliklari o‘rtasidagi farq statistik jihatdan ishonchli emas. Demak, ayrim individlarda qisqich o‘lchamida o‘zgaruvchanlik kuzatilsada, populyasiya darajasida izchil (yo‘naltirilgan) assimetriya aniqlanmadi.

Individlarning umumiy holatini baholash uchun hisoblangan Fulton kondisiya faktori (K) o‘rtacha 1.62 ± 0.31 ni tashkil etdi. Erkak individlarda K qiymati 1.56 ± 0.21, urg‘ochilarda esa 1.63 ± 0.33 bo‘ldi. Jinslar o‘rtasida kondisiya faktori bo‘yicha statistik jihatdan ishonchli farq aniqlanmadi (Wyelch t-testi, $p = 0.45$). Bu natija o‘rganilgan populyasiyada erkak va urg‘ochi individlarning umumiy tana holati o‘xshash ekanligini ko‘rsatadi.

Muhokama. Ushbu tadqiqotda Andijon viloyati Xo‘jaobod tumani Karnaychi qishlog‘idagi ko‘ldan yig‘ilgan *Pontastacus* sp. namunalarining morfometrik xususiyatlari, jinslar bo‘yicha farqlanishi, uzunlik–og‘irlik munosabati va asosiy morfometrik belgilar o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil

qilindi. Tadqiq etilgan populyatsiyada individlar tana uzunligi 44.7–95.0 mm, og‘irligi esa 2.0–11.0 g oralig‘ida bo‘lib, bu boshqa hududlardagi *P. leptodactylus* populyatsiyalari bilan solishtirilganda nisbatan kichik o‘lchamli individlar ustunligini ko‘rsatadi. Masalan, Yeniçağa ko‘lida tana uzunligi 80–168 mm, og‘irligi 15–133 g bo‘lgan (Gençay et al., 2024); boshqa suv havzalarida ham kattaroq o‘lchamlar qayd etilgan (Aydın et al., 2015; Bök et al., 2010; Korkmaz et al., 2023).

Farqning bir qismi metodik xususiyatga ega: Yeniçağa ko‘li materiali ko‘zi 34 mm bo‘lgan to‘r (fyke net) yordamida yig‘ilgan bo‘lib, bunday asbob kichik individlarni kam qamrab oladi (Gençay et al., 2024), bizning tadqiqotimizda esa qo‘l va qo‘l to‘ri qo‘llangani uchun kichik o‘lcham guruhlari ham namunaga tushdi. Bundan tashqari, populyatsiyada yosh yoki subadult individlarning ustunligi hamda lokal ekologik sharoitlar — oziqa resurslari, suv havzasining trofik holati va ovlash bosimi — o‘sish sur‘ati va tana o‘lchamiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Tadqiqotda jinsiy tarkib bo‘yicha urg‘ochi individlar ustunlik qildi (34 ta urg‘ochi, 8 ta erkak). Bu Yeniçağa ko‘li populyatsiyasidan farq qiladi, u yerda urg‘ochi:erkak nisbati 0.62:1.00 bo‘lgan (Gençay et al., 2024). Astacidae oilasiga mansub qisqichbaqalarda jinslar nisbati odatda 1:1 ga yaqin bo‘lsa-da, mavsumiy faollik, ko‘payish davri, yashash joyi va tutish usuli sababli o‘zgarishi mumkin (Aydın et al., 2015; Reynolds et al., 1992). Mazkur material aprel–may oylarida yig‘ilgan; bu davrda urg‘ochilarning harakatchanligi pasayib toshlar ostiga berkinishi va namunalarning qo‘lda terib olinishi kuzatilgan nomutanosiblikka hissa qo‘shgan bo‘lishi mumkin.

Jinslar bo‘yicha morfometrik ko‘rsatkichlar taqqoslanganda, erkak va urg‘ochi individlar o‘rtasida statistik jihatdan ishonchli farq aniqlanmadi ($p > 0.05$). Bu ayrim boshqa populyatsiyalardan farq qiladi: Yeniçağa ko‘lida erkaklarda karapaks va qisqich o‘lchamlari, urg‘ochilarda esa qorin kengligi yuqoriroq bo‘lgan (Dartay & Ateşşahin, 2013; Gençay et al., 2024; Vasileva et al., 2017). Bizning natijalarimizda farqlarning statistik jihatdan ahamiyatsiz chiqishi, avvalo, erkak individlar sonining kamligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Ushbu holat kattaroq va muvozanatli tanlanmada tasdiqlansa, bu populyatsiyada jinsiy dimorfizm nisbatan sust ifodalanganini ko‘rsatishi mumkin. Shu bois kelgusida jinslar bo‘yicha muvozanatli namunalar asosida dimorfizm darajasini aniq baholash muhim hisoblanadi.

Tana umumiy uzunligining boshqa morfometrik belgilar bilan kuchli ijobiy bog‘liqligi *Pontastacus* sp. individlarida tana o‘sishi muvofiqlashgan tarzda kechishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, tana umumiy uzunligi va tana og‘irligi o‘rtasidagi yuqori korrelyatsiya TL ko‘rsatkichi populyatsiyada umumiy tana rivojlanishini yaxshi aks ettirishini bildiradi, uning karapaks, tana va qorin kengligi hamda qisqich uzunliklari bilan bog‘liqligi esa tana qismlarining ontogenetik jarayonda mutanosib o‘sishini ifodalaydi. Qisqichbaqalarda bu belgilar nafaqat umumiy o‘sishni, balki harakatlanish, oziqlanish, himoyalanish, jinsiy raqobat va ko‘payish strategiyalarini ham aks ettiradi (Roljić et al., 2019; Vasileva et al., 2017). Shu bois TL ushbu populyatsiyada morfometrik rivojlanishni baholash uchun muhim indikator hisoblanadi.

Umuman olganda, o‘rganilgan *Pontastacus* sp. populyatsiyasi nisbatan kichik tana o‘lchamlari, urg‘ochilar ustun bo‘lgan jinsiy tarkib va statistik jihatdan kuchli ifodalanmagan jinsiy dimorfizm bilan tavsiflandi. Bu morfometrik tuzilish boshqa hududlardagi *P. leptodactylus* populyatsiyalaridan ayrim jihatlari bilan farq qiladi, garchi farqning bir qismi namuna yig‘ish usuli bilan bog‘liq bo‘lsa-da. Shu bilan birga, tana belgilarining o‘zaro kuchli bog‘liqligi bu populyatsiyada tana rivojlanishi izchil va biologik jihatdan muvofiqlashgan ekanligini ko‘rsatadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda O‘zbekistonning sharqiy qismi sanaluvchi Farg‘ona vodiysidan yig‘ilgan *Pontastacus* sp. namunalarining morfometrik ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Natijalar tana uzunligi, tana og‘irligi va qisqich o‘lchamlarida sezilarli individual o‘zgaruvchanlik mavjudligini ko‘rsatdi. Eng yuqori o‘zgaruvchanlik tana og‘irligi va qisqich uzunliklarida qayd etildi.

Tana umumiy uzunligi barcha asosiy morfometrik belgilar bilan ijobiy bog‘liqlik ko‘rsatdi, ayniqsa tana og‘irligi bilan bog‘liqlik juda kuchli bo‘ldi. Fulton kondisiya faktori bo‘yicha erkak va urg‘ochi individlar o‘rtasida ishonchli farq aniqlanmadi. Jinslar bo‘yicha ayrim morfometrik farqlar kuzatilgan bo‘lsa-da, ular statistik jihatdan ishonchli emas edi.

Umuman olganda, ushbu natijalar sharqiy Farg‘ona vodiysining avval yetarli o‘rganilmagan ko‘l ekotizimida uchrovchi *Pontastacus* sp. populyasiyasining morfometrik tuzilishi bo‘yicha muhim

dastlabki ilmiy ma'lumotlarni taqdim etadi. Ushbu bazaviy ma'lumotlar hududda kelgusida monitoring, populyasiya holatini baholash va muhofaza chora-tadbirlarini ishlab chiqish uchun asos bo'ladi. Kelgusi tadqiqotlarda turli yosh guruhlarini qamrab olgan holda namuna sonini oshirish, mavsumiy kuzatuvlar hamda molekulyar tahlillar populyasiyaning taksonomik maqomi va ekologik holatini yanada aniqroq baholash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Alvanou, M. V., Apostolidis, A. P., Lattos, A., & Giansis, I. A. (2023). The coding mitogenome of the freshwater crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidea: Astacidae) from Lake Vegoritida, Greece and its taxonomic classification. *Genes*.

2. Aydın, H., Harlıoğlu, M. M., & Deniz, T. (2015). An investigation on the population parameters of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) in Lake İznik (Bursa). *Turkish Journal of Zoology*, *39*(4), 660–668.

3. Berezina, N. A., Terentiyev, P. M., Sharov, A. N., & Maximov, A. A. (2021). New records and disappearancye from old sites of narrow-clawyed crayfish *Pontastacus leptodactylus* in northwyestern Russia. *BioInvasions Records*.

4. Bláha, M., Patoka, J., Policar, T., Maguire, I., et al. (2023). Phylogeographic patterns of genetic diversity in *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidae): Is the hypothesis of the taxonomically rich genus *Pontastacus* truye? *Zoological Journal of the Linnean Sociyety*.

5. Bök, T. D., Harlıoğlu, M. M., & Deval, M. C. (2010). A study on the morphometric characteristics of *Astacus leptodactylus* inhabiting the Thracye region of Turkey. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*.

6. Dartay, M., & Ateşşahin, T. (2013). A study on catching freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823, and its some population characteristics. *Turkish Journal of Science & Technology*, *8*(2), 125–130.

7. Gençay, İ., Sorguç, B. U., & Saygı, Y. (2024). An investigation on the population parameters of freshwater crayfish (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Lake Yeniçağa (Bolu). *Fisheries & Aquatic Life*, *32*, 166–174. https://doi.org/10.2478/aopf-2024-0015

8. Imentai, A., Bláha, M., Veselý, L., Policar, T., et al. (2023). A contribution on the morphometrics of the thick-clawyed crayfish *Pontastacus pachypus* (Rathke, 1837) (Decapoda, Astacoidea, Astacidae). *Zoosystematics and Evolution*.

9. Khoshkholgh, M., & Nazari, S. (2019). The genetic diversity and differentiation of narrow-clawyed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in the Caspian Sea Basin, Iran as determined with mitochondrial and microsatellite DNA markers. *Journal of Crustacean Biology*.

10. Korkmaz, B., Bolat, Y., & Cilbiz, M. (2023). Length-based stock assessment for the data-poor crayfish fishery from the Eğirdir Lake, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.

11. Li, B., Wang, H., Shi, H., Li, N., et al. (2025). Genetic structure analysis of a newly discovered wild population of *Pontastacus leptodactylus* in Xinjiang, China, based on the mitochondrial COI gene. *Molecular Biology Reports*.

12. Reynolds, J. D., Cyelada, J. D., Carral, J. M., & Matthews, M. A. (1992). Reproduction of astacid crayfish in captivity—current developments and implications for culture, with special referencye to Ireland and Spain. *Invertebrate Reproduction & Development*, *22*(1–3), 253–265.

13. Roljić, R., Nikolić, V., & Savić, N. (2019). Morphological variability and syexual dimorphism of Danube crayfish *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 from the Vrbas River. *Water Research and Management*, *9*(2), 27–32.

14. Rudolph, E., Colihuyequye, N., & Yañyez, M. (2016). Morphological and genetic analysis in morphologically divergent river and lake specimens of the freshwater crayfish *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda, Parastacidaye). *Crustaceana*.

15. Vasileva, P. L., Hubenova, T. A., Zaikov, A. N., & Stoyanov, I. Y. (2017). Morphometric variability, allometric growth and syexual dimorphism in narrow-clawyed crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Crustacyea: Decapoda) during the ontogenesis. *Acta Zoologica Bulgarica*, *8*, 99–106.

UDC 581.6(575.1)

BIOECOLOGICAL FEATURES, NATURAL RESOURCES OF PROSPECTIVE MEDICINAL PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE BUKHARA REGION AND OPPORTUNITIES FOR THEIR RATIONAL USE

J.M.Yarmuhammedov, lecturer, Bukhara State University, Bukhara
Sh.R.Shuhratov, student, Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino, Bukhara

Annotatsiya. *Maqolada Buxoro viloyati sharoitida uchraydigan istiqbolli dorivor o'simliklarning bioekologik xususiyatlari, tabiiy tarqalish muhitlari, xomashyo organlari, populyatsiya holati va ulardan oqilona foydalanish imkoniyatlari yoritildi. Tadqiqotning asosiy g'oyasi dorivor o'simliklar resurslarini faqat xomashyo manbai sifatida emas, balki tabiiy ekotizim barqarorligini ta'minlovchi muhim biologik resurs sifatida baholashga qaratilgan. Buxoro*

viloyatining cho'l, yarim cho'l, adir, to'qay va sug'oriladigan hududlarida tarqalgan dorivor turlar ekologik moslashuvchanligi, xomashyo salohiyati va madaniylashtirish imkoniyatlari jihatidan tahlil qilindi. Natijalarda viloyat sharoitida zira, yantoq, isiriq, kovrak, qizilmiya, na'matak, zubturum, bo'ymodaron, shuvoq, dalachoy va boshqa istiqbolli turlardan oqilona foydalanish, ularning tabiiy zaxiralarini saqlash hamda plantatsiya asosida ko'paytirish zarurligi asoslab berildi. Maqolada geobotanik kuzatuv, resurs baholash, xomashyo yig'ish me'yorlari va muhofaza choralari bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: *dorivor o'simliklar, Buxoro viloyati, bioekologiya, tabiiy zaxira, resursunoslik, geobotanik kuzatuv, xomashyo, muhofaza, oqilona foydalanish.*

Аннотация. *В статье освещены биоэкологические особенности, естественные среды распространения, сырьевые органы, состояние популяции и возможности рационального использования перспективных лекарственных растений, встречающихся в условиях Бухарской области. Основная идея исследования направлена на оценку ресурсов лекарственных растений не только как источника сырья, но и как важного биологического ресурса, обеспечивающего устойчивость природной экосистемы. Проанализированы лекарственные виды, распространенные в пустынных, полупустынных, адырных, тугайных и орошаемых районах Бухарской области, с точки зрения их экологической адаптивности, сырьевого потенциала и возможностей окультуривания. В результате обоснована необходимость рационального использования в условиях области тмина, верблюжьей колючки, гармалы, ферулы, солодки, шиповника, подорожника, тысячелистника, полыни, зверобоя и других перспективных видов, сохранения их природных запасов и размножения на основе плантаций. В статье представлены научно-практические рекомендации по геоботаническим наблюдениям, оценке ресурсов, нормам сбора сырья и мерам охраны.*

Ключевые слова: *лекарственные растения, Бухарская область, биоэкология, природные ресурсы, ресурсоведение, геоботаническое наблюдение, сырье, охрана, рациональное использование.*

Abstract. *The article analyzes the bioecological characteristics, natural distribution, raw material organs, population status and sustainable use opportunities of promising medicinal plants under the conditions of Bukhara region. The study emphasizes the assessment of medicinal plant resources not only as a source of raw materials, but also as an important biological component of ecosystem stability. Promising species distributed in desert, semi-desert, tugai, foothill and irrigated landscapes of Bukhara region were evaluated in terms of ecological adaptability, resource potential and cultivation prospects. The article substantiates the need for sustainable harvesting, conservation and plantation-based propagation of medicinal plants such as Ferula spp., Glycyrrhiza glabra, Peganum harmala, Alhagi spp., Plantago major, Achillea millefolium and other locally important species.*

Key words: *medicinal plants, Bukhara region, bioecology, natural resources, sustainable use, geobotanical assessment, conservation.*

Introduction. Medicinal plants have played an important role in medicine, folk medicine, the pharmaceutical industry, food, cosmetology, and preventive healthcare at all stages of human development. Today, the increasing demand for natural preparations, certain side effects of synthetic drugs, and the growing need for environmentally friendly products make the in-depth study of medicinal plant resources, their protection, and cultivation into an urgent scientific direction.

The flora of Uzbekistan is rich in medicinal plants, and many species growing in various natural-geographical regions possess pharmacologically active substances. The Bukhara region is characterized by desert and semi-desert landscapes, tugai ecosystems, saline soils, sandy areas, irrigated oases, and hilly areas. Such natural conditions serve as an important factor in the ecological adaptation of medicinal plants, their morphological variability, the accumulation of biologically active substances, and the formation of raw material reserves.

On the territory of the region, a number of medicinal species are found in the form of ferula, frankincense, licorice, camelthorn, wormwood, rue, buckwheat, rose hips, licorice, cumin, and others.

Some of these plants are widely used in folk medicine, while others are considered a promising source of raw materials for the pharmaceutical industry. At the same time, there is a risk of reduction in some natural populations as a result of unregulated harvesting, livestock pressure, anthropogenic impact, land development and climatic factors.

The aim of this study is to scientifically and practically analyze the bioecological characteristics, natural distribution environments, raw material reserves, and the possibilities for their rational use of promising medicinal plants in the conditions of the Bukhara region. Research objectives include identifying ecological groups of medicinal species, characterizing raw organs, assessing population status, justifying harvesting rates and conservation measures, and determining the prospects for domestication.

Materials and methods. Promising medicinal plants found in various ecological conditions of the Bukhara region were selected as the object of study. Desert and semi-desert areas, tugai areas near the Zarafshan River basin, natural landscapes characteristic of the Karakul, Alat, Jondor, Romitan, Vabkent, and Gijduvan districts, as well as agrophytocenoses of irrigated oases, were theoretically and methodologically covered as research areas. In studying the bioecological characteristics of plants, methods of botanical description, geobotanical observation, resource assessment, analysis of raw organs, and comparative study of scientific literature were used.

Ecological groups of medicinal plants were identified based on their relationship to moisture, soil, light, and temperature. Separately, xerophytic and halophytic species growing in desert conditions, mesophytic and hygrophytic elements in tugai areas, and anthropogenic phytocenosis species adapted to irrigated areas were analyzed. The distribution range, frequency of occurrence, population density, raw material organs, and reproductive characteristics of the plants were selected as evaluation criteria.

The resource-based approach was taken as the basis for assessing natural resources. At the same time, the concepts of biological reserve, operational reserve, annual harvest rate, and plant regeneration period were applied. The biological reserve was interpreted as the total mass of raw materials available in the plant population, while the operational reserve was interpreted as the portion of raw materials that can be harvested in compliance with environmental standards. The timing of the collection of medicinal plants was evaluated in relation to their phenological phases and the period of accumulation of biologically active substances.

Descriptive, comparative, environmental, and resource assessment methods were used in the data analysis. Based on the raw material organs, roots, rhizomes, aerial parts, leaves, flowers, fruits, seeds, and resin-glue secretions were divided into separate groups. Based on the results of the analysis, recommendations were developed for the rational use, protection, and establishment of cultivated plantations of promising medicinal plants in the conditions of the Bukhara region.

Research results and their analysis. The analysis shows that the distribution of medicinal plants in the conditions of the Bukhara region is directly related to the soil and climatic conditions, humidity regime, salinity level, anthropogenic pressure, and the composition of the phytocenosis of the region. In desert and semi-desert regions, medicinal species with xerophytic and halophytic properties predominate. In such conditions, species such as wormwood, frankincense, camelthorn, ferula, and licorice are distinguished by their environmental resilience, drought resistance, and raw material potential. In tugai and moister areas, species such as licorice, marshmallow, chamomile, and rosehip are found.

Promising medicinal plants were divided into annual, perennial herbaceous, subshrub, shrub, and geophytic groups according to their biological characteristics. Among perennial herbaceous plants, licorice and wormwood are of particular importance; among semi-shrubs, wormwood; among geophytes, hawthorn; and among shrubs, rosehip. Their raw material organs are diverse; the roots and rhizomes are used as medicinal raw materials in licorice, the roots and resin-glue secretions in ferula, the aerial parts and seeds in wormwood, the fruits in rosehip, the leaves in marshmallow, and the aerial parts in buckwheat.

The results show that the natural reserves of medicinal plants vary depending on the species and region. Among the widespread species, camelthorn, wormwood, and wormwood form relatively

stable populations in some desert areas, while harvesting rates for species with high raw material value, such as ferula and licorice, must be strictly established. Especially in species from which root and rhizome raw materials are obtained, irregular harvesting negatively affects plant regeneration. In species where fruits, leaves, or the aerial parts are collected, the chances of population survival are higher when environmental standards are met.

Table 1.

S/n	Medicinal plant	Ecological group	Primary raw material body	Usage area
1	(Ferula spp.)	Xerophyte	Root, resin-glue	Pharmaceuticals, folk medicine
2	(Glycyrrhiza glabra L.)	Mesoxerophyte	Root, rhizome	Pharmaceutical, food industry
3	(Peganum harmala L.)	Xerophyte	Aerial part, seed	Folk medicine, phytoncidal source
4	(Alhagi spp.)	Xerophyte	Aerial part	Folk medicine, fodder and medicinal
5	(Rosa spp.)	Shrub, mesophyte	Fruit	Vitamin raw materials
6	(Plantago major L.)	Mesophyte	Leaf	Anti-inflammatory agent

For the rational use of medicinal plants in the conditions of the Bukhara region, it is advisable to divide them into three groups based on resource potential: the first group includes species whose natural reserves are relatively stable and can be harvested in limited quantities; the second group includes species permitted for harvesting only on the basis of monitoring; and the third group includes promising species requiring cultivation and artificial reproduction, but with weak natural populations. This approach combines environmental safety and economic efficiency in the preparation of medicinal raw materials.

Discussion. The results obtained show that a unified approach to the management of medicinal plant resources in the Bukhara region is insufficient. Because each species has its own rhythm of biological development, ecological adaptation, raw material organs, and the ability to regenerate. For example, the process of using resin-glue raw materials for ferula is linked to the plant's long-term development cycle, and improper harvesting can lead to a sharp decline in the natural population. Excessive digging up of licorice rhizomes also leads to the destruction of the soil cover and a decrease in vegetative regeneration.

When using medicinal plants, it is important to maintain a balance between conservation and economic benefits. Excessive use of natural resources can increase the volume of raw materials in the short term, but in the long term, it leads to the erosion of the resource base. Therefore, when preparing raw materials, biological reserves, operational reserves, recovery periods, and maximum permissible harvesting rates must be established on a scientific basis.

Cultivation of promising medicinal species in the conditions of Bukhara is one of the urgent directions. The cultivation of species such as ferula, licorice, cumin, rosehip, asparagus, and chamomile under plantation conditions creates a stable source of raw materials for the pharmaceutical industry. In conditions of water scarcity, the selection of drought-resistant local species, drip irrigation, elements of organic farming, and the application of resource-saving agricultural technologies are particularly effective.

It is important to establish a monitoring system when studying the bioecological characteristics of medicinal plants. During monitoring, population density, age composition, phenological phases, raw material productivity, anthropogenic pressure, and natural recovery indicators must be regularly recorded. Based on this information, collection plans, conservation measures, and cultivation programs are developed. Furthermore, the scientific study of the traditional knowledge of the local population regarding the use of medicinal plants also serves as an important source for identifying promising species.

Conclusion. In the conditions of the Bukhara region, promising medicinal plants are an important biological resource of natural ecosystems and a valuable source of raw materials for pharmaceuticals and folk medicine. Desert, semi-desert, tugai, and irrigated oasis conditions of the region form diverse ecological groups of medicinal plants. Species such as ferula, licorice, sweet clover, camelthorn, wormwood, rosehip, elecampane, and buckwheat are distinguished by their bioecological adaptability, raw material potential, and practical application.

To ensure the rational use of natural resources, it is necessary to identify biological and operational reserves of medicinal plants, establish harvesting rates, account for the recovery period, and establish population monitoring. The harvesting process for root and rhizome raw material species requires special care. To reduce the pressure on natural populations, the domestication of promising species, their cultivation in plantation conditions, and the expansion of the local raw material base are important scientific and practical directions.

Overall, the sustainable use of medicinal plants in the Bukhara region should be organized based on a combination of resource-based research, environmental monitoring, conservation measures, agrotechnological approaches, and local pharmaceutical needs.

REFERENCES:

1. Ahmedov O‘., Ergashev A., Abzalov A., Yulchiyeva M., Mustafakulov D. Dorivor o‘simliklar yetishtirish texnologiyasi va ekologiya. Toshkent, 2018.

2. O‘zbekiston Respublikasi Qizil kitobi. O‘simliklar. Toshkent.

3. Xolmatov X.X., Qosimov A.I. Dorivor o‘simliklar. Toshkent: Ibn Sino nomidagi nashriyot.

4. Eshonkulov, A. H., & Esanov, H. K. (2022). Ethnobotanics of certain medicinal plants of Bukhara Region (Uzbekistan). *American Journal of Plant Sciences, 13*, 394–402. DOI: https://doi.org/10.4236/ajps.2022.133024

5. Abduraimov, O. S., Li, W., Shomurodov, H. F., & Feng, Y. (2023). The main medicinal plants in arid regions of Uzbekistan and their traditional use in folk medicine. *Plants, 12*(16), 2950. DOI: https://doi.org/10.3390/plants12162950

6. Gafforov, Y., Makhkamov, T., Bussmann, R. W., Khojimatov, O., & others. (2024). Exploring biodiversity and ethnobotanical significance of *Solanum* species in Uzbekistan: Unveiling the cultural wealth and ethnopharmacological uses. *Frontiers in Pharmacology, 14*, 1287793. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1287793

УЎК: 579.22.24.64

BACILLUS MYCOIDES BM2024 ШТАММИНИНГ *PHASEOLUS LUNATUS* ВА *PHASEOLUS VULGARIS* ЛОВИЯ НАВЛАРИНИ РИВОЖЛАНИШИ ҲАМДА ФУЗАРИОЗ ҚЎЗҒАТУВЧИЛАРИГА ҚАРШИ АНТАГОНИСТИК ФАОЛЛИГИ

Ш.У.Абдураззоқова, магистрант, Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети, Тошкент

М.А.Паттаева, кат.и.х., б.ф.н. ЎзР ФА Генетика ва ЎЭБ институти, Тошкент

С.А.Самадий, кат.и.х., б.ф.н. Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети, Тошкент

Б.А.Расулов, кат.и.х., б.ф.д. ЎзР ФА Генетика ва ЎЭБ институти, Тошкент

Аннотация. *Ушбу тадқиқотдалаборатория коллекциясида сақланаётган Bacillus туркумига мансуб бактериялар Phaseolus vulgaris ва Phaseolus lunatus ловия навларининг навларининг фузариоз касалликларига кўра скрининг қилинди. Скрининг натижаларига кўра Bacillus mycoides BM2024 штамми талқиқ этилаётган бактерия штаммлари орасида Fusaruim verticillioides, Fusarium solani ва Fusarium oxysporumга қарши юқори антифунгал хусусиятини кўрсатди. Лаборатория тажрибаларда бактерия штамми уруғ унувчанлигини ошириши кузатилди. Натижалар мазкур штаммни ловия экинларида фузариоз касаллигини биологик назорат қилиш ва ўсимлик ўсишини рағбатлантирувчи биопрепарат сифатида қўллаш имкониятини кўрсатди.*

Калит сўзлар: *Bacillus mycoides, Phaseolus vulgaris, Phaseolus lunatus, Fusarium, антагонизм*

Аннотация. *В данном исследовании бактерии рода Bacillus, хранящиеся в лабораторной коллекции, были исследованы на предмет фузариозных заболеваний сортов фасоли обыкновенной Phaseolus vulgaris и Phaseolus lunatus. По результатам исследования, штамм Bacillus mycoides BM2024 показал высокие антифунгальные свойства против Fusarium verticillioides, Fusarium solani и Fusarium oxysporum среди изученных бактериальных штаммов. В лабораторных экспериментах было отмечено, что этот бактериальный штамм повышает всхожесть семян. Результаты показали возможность использования этого штамма в качестве биологического средства контроля фузариозных заболеваний фасоли и в качестве стимулятора роста растений.*

Ключевые слова: *Bacillus mycoides, Phaseolus vulgaris, Phaseolus lunatus, Fusarium, антагонизм*

Abstract. *In this study, bacteria belonging to the genus Bacillus, stored in the laboratory collection, were screened for Fusarium diseases of the common bean varieties Phaseolus vulgaris and Phaseolus lunatus. According to the results of the screening, the Bacillus mycoides BM2024 strain showed high antifungal properties against Fusarium verticillioides, Fusarium solani and Fusarium oxysporum among the studied bacterial strains. In laboratory experiments, it was observed that the bacterial strain increased seed germination. The results showed the possibility of using this strain as a biological control of Fusarium disease in bean crops and as a plant growth stimulant.*

Key words: *Bacillus mycoides, Phaseolus vulgaris, Phaseolus lunatus, Fusarium, antagonism.*

Кириш. Ловия (Phaseolus spp.) дунё бўйича кенг етиштириладиган дуккакли экинлардан бири ҳисобланади. У юқори озуқавий қиймати ва тупроқ унумдорлигини оширишдаги аҳамияти билан ажралиб туради. Аммо ловия ҳосилдорлигига турли касалликлар, айниқса *Fusarium oxysporum* ва *Fusarium solani* каби фузариоз қўзғатувчилари катта зарар етказади. Ушбу патогенлар илдиз чириш, қовжираш ва ўсимликларнинг нобуд бўлишига олиб келади [1].

Сўнгги йилларда кимёвий фунгицидларга муқобил сифатида ризосфера бактерияларидан фойдаланишга қизиқиш ортмоқда. *Bacillus* авлодига мансуб бактериялар фитопатогенларга қарши иккиламчи метаболитлар, антибиотиклар ва гидролитик ферментлар ишлаб чиқариши ҳамда ўсимлик ўсишини рағбатлантириши билан аҳамиятлидир [2].

Мавзунинг долзарблиги. Бугунги кунда қишлоқ хўжалигида экологик тоза ва барқарор маҳсулот етиштириш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади. Дуккакли экинлар орасида ловия (*Phaseolus vulgaris* ва *Phaseolus lunatus*) аҳоли озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, таркибида юқори миқдорда оқсил, витамин ва минерал моддалар сақлайди. Бироқ ловия етиштириш жараёнида учрайдиган *Fusarium* авлодига мансуб замбуруғлар келтириб чиқарадиган фузариоз касаллиги ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши ва ҳосилдорлигига жиддий салбий таъсир кўрсатади [3].

Фузариозга қарши курашда кимёвий фунгицидлар кенг қўлланилса-да, уларнинг узоқ муддатли қўлланилиши атроф-муҳитнинг ифлосланишига, патогенларнинг чидамли шакллари пайдо бўлишига ва тупроқ микрофлорасининг бузилишига сабаб бўлиши мумкин [4]. Шу муносабат билан фитопатогенларга қарши юқори антагонистик хусусиятга эга бўлган ва ўсимлик ўсишини рағбатлантирувчи микроорганизмларни излаш ҳамда улар асосида биопрепаратлар яратиш муҳим илмий ва амалий аҳамият касб этмоқда.

Bacillus mycoides турига мансуб бактериялар фитопатоген замбуруғларга қарши биологик фаоллиги, антибиотик ва ферментлар ишлаб чиқариши, шунингдек ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишини рағбатлантириши билан ажралиб туради. Шу сабабли *B.mycoides* штаммининг ловия навларига таъсирини ва *Fusarium* қўзғатувчиларига қарши антагонистик фаоллигини ўрганиш илмий жиҳатдан муҳим ҳамда амалиёт учун долзарб ҳисобланади.

Тадқиқотнинг мақсади *Bacillus mycoides* BM2024 штаммининг *Phaseolus vulgaris* ва *Phaseolus lunatus* навларининг ривожланишига таъсири ҳамда *Fusarium* турларига қарши антагонистик фаоллигини баҳолашдан иборат.

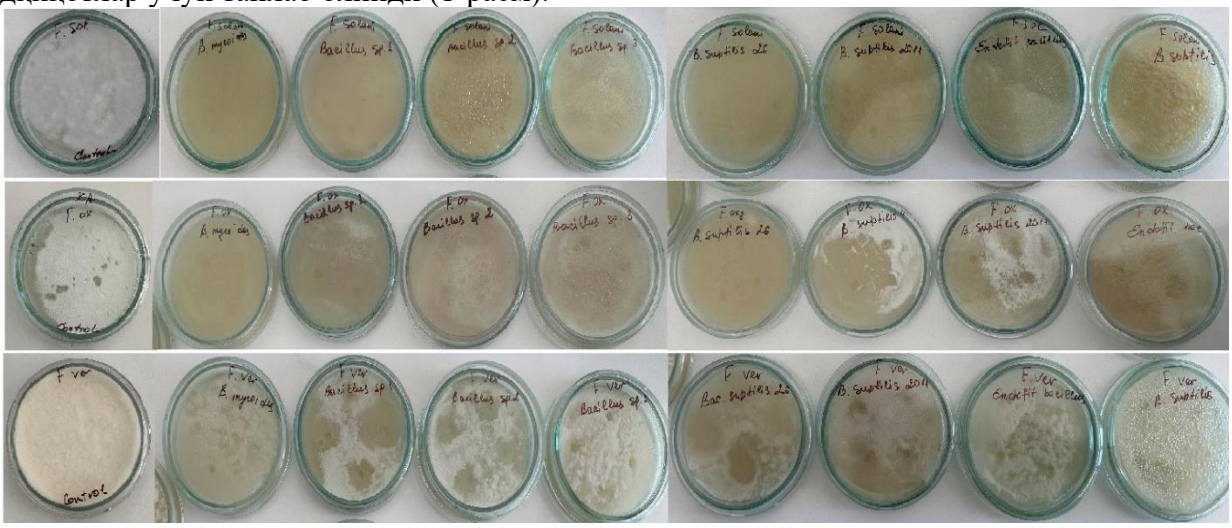
Материаллар ва усуллар. Тадқиқот объекти сифатида *Bacillus mycoides* BM2024 штамми ҳамда *Phaseolus vulgaris* ва *Phaseolus lunatus* ловия навларидан, фузариоз қўзғатувчилари сифатида *Fusaruim verticillioides, Fusarium solani* ва *Fusarium oxysporum* штаммларидан фойдаланилди.

Bacillus mycoides BM2024 штамминиг фитопатоген микроорганизмларга қарши фаоллигини ўрганиш учун чуқурча (лунка) усулидан [5] фойдаланилди.

Ловия уруғлари 1×10^8 КОЕ/мл концентрациядаги бактерия суспензияси билан ишлов берилди. Назорат вариантида стерил сувдан фойдаланилди.

Олинган натижалар ва уларнинг таҳлили. Дастлаб, лаборатория коллекциясида сақланаётган *Bacillus* туркумига мансуб бактериялар *Fusarium oxysporum, Fusarium solani* ва

Fusarium verticillioides фитопатоген замбуруғлари картошка-сахарозали озуқа муҳитида ўстирилиб, антагонистик фаоллиги скрининг қилинди. Скрининг натижаларига кўра *Bacillus mycoides* BM2024, *Bacillus subtilis* 2011, *Bacillus subtilis* 26 штаммлари энг юқори фаоллик кўрсатди ва нисбатан юқори фаолликка эга бўлган *Bacillus mycoides* BM2024 штамми кейинги тадқиқотлар учун танлаб олинди (1-расм).



1-расм. *Bacillus* туркуми бактерияларини *Fusarium oxysporum, Fusarium solani* ва *Fusarium verticillioides* фитопатоген замбуруғларига қарши антагонистик фаоллиги

Тажрибалар давомида *B.mycoides* BM2024 штамминиг *Phaseolus vulgaris* ва *Phaseolus lunatus* ловия навларининг униб чиқишига таъсири ўрганилди. Тажрибалар *Bacillus mycoides* BM2024 штамми суспензияси 1:10, 1:50, 1:100 нисбатларда суюлтирилди ва уруғларга ишлов берилди. Ўтказилган тажрибада *Phaseolus lunatus* навида 1:50 нисбатда қўлланилганда назоратга нисбатан 1.66 % га, *Phaseolus vulgaris* навида эса 1:100 нисбатда 0.69 % унувчанлик юқори бўлганлиги аниқланди (1-жадвал).

1-жадвал

Ловиянинг *Phaseolus lunatus* ва *Phaseolus vulgaris* навлари унувчанлигига турли концентрациядаги *Bacillus mycoides* BM2024 штамминиг таъсири

Ловия навлари	**Назорат**	**1:10**	**1:50**	**1:100**
Phaseolus lunatus (oq loviya)	4.25	5.033	5.91	5.10
Phaseolus vulgaris (qizil loviya)	2.75	3	4.5	4.94

Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, *Bacillus mycoides* BM2024 штамми *Phaseolus vulgaris* ва *Phaseolus lunatus* навларининг ўсиши ва ривожланишини рағбатлантиради. Уруғ унувчанлиги ва илдиз тизими ривожланишини яхшилайди. *Fusarium oxysporum, Fusarium verticillioides* ва *Fusarium solani*га қарши юқори антагонистик фаоллик намоён қилади. Бу кўрсаткичлар ловия фузариозини биологик назорат қилиш учун истиқболли биоагент сифатида баҳоланади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. De Marco K. et al. Biocontrol of plant pathogens and plant growth promotion in common bean by Bacillus spp. BioControl, 2026.

2. Kumar P. et al. Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens. Microbiological Research, 2012.

3. Torres M.J. et al. Biological activity of Bacillus amyloliquefaciens on common bean pathogens. Biological Control, 2017.

4. Abeysinghe S. Biological control of Fusarium solani f. sp. phaseoli using Bacillus subtilis. Ruhuna Journal of Science, 2007.

5. Сорокина и др. Антагонистическое действие двух штаммов *Pseudomonas* на фитопатогенные грибы и бактерии и перспективы их использования для биологической борьбы с заболеваниями растений // Биотехнология. — 1998. — № 2. — С. 37–43.

УДК: 612.45:616-092.9

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖЕЛУДКА И ПЕЧЕНИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТРЕССОРОВ У МОРСКИХ СВИНОК

П.Х. Ганижонов, старший преподаватель, PhD, Ферганский медицинский институт общественного здоровья, Фергана
Ф.Ишбоева, студент, Ферганский государственный университет, Фергана

Annotatsiya. *Ushbu maqolada immobilizatsion stress ta'sirida organizmdagi biokimyoviy va gistologik o'zgarishlar tahlil qilinadi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, stress gipotalamo-gipofizar-buyrak usti (GGBU) o'qining giperaktivatsiyasiga, kortizol darajasining keskin oshishiga (8 baravar) va qondagi glyukozaning 56,5% ga ko'tarilishiga olib keladi. Jigarda glikogen zahiralarining 56,3% ga kamayishi, LPO jarayonlarining faollashuvi (MDA ning 2,8 baravar oshishi) va antioksidant himoyaning susayishi kuzatiladi. Gistologik jihatdan buyrak usti bezlari po'stlog'ining to'plam zonasining aniq gipertrofiyasi, shuningdek, jigar to'qimasi va oshqozon shilliq qavatida ishemik va distrofik o'zgarishlar aniqlanadi.*

Kalit so'zlar: *immobilizatsion stress, kortizol, glikogen, gistologiya, jigar, oshqozon, buyrak usti bezlari po'stlog'i, MDA, SOD.*

Аннотация*. В данной статье анализируются биохимические и гистологические изменения в организме при воздействии иммобилизационного стресса. Исследование показало, что стресс приводит к гиперактивации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (ГГН) оси, резкому повышению уровня кортизола (в 8 раз) и глюкозы в крови на 56,5%. В печени наблюдается истощение запасов гликогена на 56,3%, активация процессов ПОЛ (рост МДА в 2,8 раза) и угнетение антиоксидантной защиты. Гистологически выявляется выраженная гипертрофия пучковой зоны коры надпочечников, а также ишемические и дистрофические повреждения в ткани печени и слизистой оболочке желудка.*

Ключевые слова: *иммобилизационный стресс, кортизол, гликоген, гистология, печень, желудок, кора надпочечников, МДА, СОД.*

Abstract. *This article analyzes the biochemical and histological changes in the body under the influence of immobilization stress. The study showed that stress leads to hyperactivation of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, a sharp increase in cortisol levels (8-fold) and blood glucose by 56.5%. In the liver, there is a depletion of glycogen reserves by 56.3%, activation of lipid peroxidation processes (MDA increase by 2.8 times) and suppression of antioxidant defense. Histologically, pronounced hypertrophy of the zona fasciculata of the adrenal cortex is revealed, as well as ischemic and dystrophic damage in the liver tissue and gastric mucosa.*

Keywords: *immobilization stress, cortisol, glycogen, histology, liver, stomach, adrenal cortex, MDA, SOD.*

Введение. Стресс представляет собой неспецифическую адаптационную реакцию организма в ответ на действие экстремальных факторов. Чрезмерная или длительная активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (ГГН) системы приводит к дизрегуляции гормонального баланса, что сопровождается гиперсекрецией кортизола. Избыток глюкокортикоидов индуцирует нарушения углеводного обмена, проявляющиеся в виде интенсивного гликогенолиза в печени и стрессорной гипергликемии. Одновременно с этим в тканях-мишенях (печень, желудочно-кишечный тракт) активируются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), что вызывает микроциркуляторные бури, ишемию и эрозивно-язвенные поражения слизистой оболочки.

Цель исследования: Изучить биохимические и гистологические изменения в печени и в желудке при экспериментальном иммобилизационном стрессе.

Материалы и методы. Эксперимент выполнен на морских свинках (n=20), содержавшихся в стандартных условиях вивария. Животные были разделены на 2 группы:
1. Контрольная группа **(n=10):** Интактные животные, находившиеся в стандартных условиях.

2. Группа иммобилизационного стресса **(**ИС**, n=10):** Моделирование стресса осуществлялось путем фиксации животных на спине по 3 часа в день в течение 14 дней.

Методы исследования. Биохимические методы**:** Уровень кортизола в сыворотке крови определяли методом ИФА (HUMAN Reader HS), концентрацию глюкозы — глюкозооксидазным методом. В гомогенатах печени оценивали содержание гликогена, активность глюкозо-6-фосфатазы (Г-6-Ф), уровень малонового диальдегида (МДА), а также активность супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы.

Гистологические и морфометрические методы**:**

Фрагменты надпочечников, печени и желудка фиксировали в 10% нейтральном формалине, заливали в парафин и окрашивали гематоксилином и эозином. Проводили измерение ширины пучковой зоны (zona fasciculata) коры надпочечников и микроскопический анализ структуры ткане.

Статистика**:** Обработка данных проводилась с использованием t-критерия Стьюдента ($p < 0.05$).

Результаты и обсуждение. Гормональный профиль и показатели биохимии углеводного обмена воздействие иммобилизационного стресса в течение 14 дней вызвало выраженную гиперактивацию ГГН-системы. Уровень кортизола в сыворотке крови животных группы ИС увеличился на 710,6% (в 8,1 раза) по сравнению с контрольной группой и составил 358,3 ± 111,1 нмоль/л против 44,3 ± 5,1 нмоль/л в контроле ($p < 0.001$).

Выраженная гиперкортизолемия привела к изменениям углеводного метаболизма в печени. Концентрация глюкозы в крови возросла на 56,5% (до 11,44 ± 2,87 ммоль/л). В печеночной ткани наблюдалось резкое падение уровня гликогена на 56,3% (15,4 ± 2,3 мг/г по сравнению с 35,2 ± 4.1 мг/г в контроле). Это сопровождалось стимуляцией активности ключевого фермента гликогенолиза — глюкозо-6-фосфатазы, активность которой увеличилась на 99,1% ($p < 0.001$).

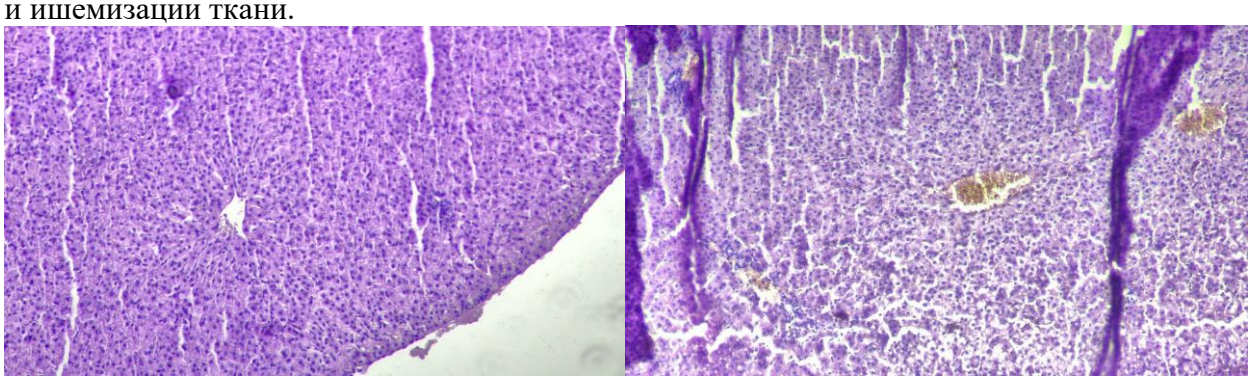
Биохимический анализ интенсивности ПОЛ выявил накопительный эффект оксидативного стресса: уровень МДА в печени вырос в 2,8 раза, на фоне снижения активности антиоксидантных ферментов СОД и каталазы на 53,4% и 41,2% соответственно.

Таблица 1

Показатель	Контроль	Иммобилизационный стресс
Кортизол сыворотки (нмоль/л)	44,3 ± 5,1	358,3 ± 111,1
Глюкоза крови (ммоль/л)	7,31 ± 1,05	11,44 ± 2,87
Гликоген печени (мг/г)	35,2 ± 4,1	15,4 ± 2,3
МДА печени (нмоль/мг белка)	2,15 ± 0,28	6,02 ± 0,74
СОД печени (ед/мг белка)	14,8 ± 1,6	6,9 ± 0,8

Гистологические изменения органов:

Печень: Гистопрепараты печени животных после 14 дней иммобилизации демонстрировали нарушение балочной архитектоники. Отмечалась белковую и жировая дистрофия гепатоцитов, преимущественно в центролобулярных зонах. Наблюдалось выраженное полнокровие центральных вен и синусоидных капилляров, а также микрофокальные периваскулярные отеки, что согласуется с развитием оксидативного стресса и ишемизации ткани.



А **Б**

Рис.1. А-контроль, Б- гистологические изменения печени после иммобилизационного стресса

Желудок: В слизистой оболочке желудка при микроскопии регистрировались расстройства кровообращения: спазм артериол, стаз форменных элементов крови в капиллярах и венулах. Выявлены десквамация покровно-питочного эпителия, очаговые кровоизлияния в собственную пластинку слизистой оболочки и формирование поверхностных эрозий, обусловленных снижением защитного слизистого барьера и ишемией.

ВЫВОДЫ

1. Биохимические сдвиги в печени характеризуются истощением резервов гликогена более чем на 50%, ростом активности глюкозо-6-фосфатазы и интенсивным повреждением мембран вследствие оксидативного стресса (рост МДА в 2,8 раза).

2. Гистологическая картина при иммобилизационном стрессе характеризуется гипертрофией пучковой зоны коры надпочечников (увеличение ширины на 51,3%), дистрофическими изменениями гепатоцитов и расстройствами микроциркуляции с формированием эрозивных дефектов в слизистой оболочке желудка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аскарьянц В. и др. Влияние феназепама на топографию и активность энтеральных ферментов у растущих крыс в условиях иммобилизационного стресса // Журнал проблемы биологии и медицины. — 2014. — Т. 4, № 1 (81). — С. 109–112.

2. Расулова М. Т., Ганижонов П. Х., Хомидчонова Ш. Х., Одилов Х. А. Стресс и его влияние на состояние слизистой оболочки пищеварительного тракта // Consilium Medicum. — 2024. — Т. 26, № 5. — С. 286–291.

3.Ганижонов П.Х. Оценка эффективности куркумина в коррекции стресс-зависимых сдвигов углеводного обмена и гормонального баланса в эксперименте: Монография. – Фергана: Издательство «Sunrise-pro», 2026. – 108 с.

4.McEwen B.S. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiol Rev*, 2007; 87(3): 873-904.

5. Sapolsky R.M. Stress and the brain: individual variability and the pathogenesis of stress-related disorders. *Nature Neuroscience*, 2015; 18(10): 1346-1353

УДК 591.5(252.1)(575.1)

ЭНТОМОФАУНА ПУСТЫННЫХ ЭКОСИСТЕМ (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КЫЗЫЛКУМ) ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

К.К.Дауылбаева, научный сотрудник, Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук, Нукус

А.Б.Танирбергенова, научный сотрудник, Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук, Нукус

Annotatsiya. *Maqolada Janubiy Orolbo'yi hududidagi Shimoli-g'arbiy Qizilqum cho'l ekotizimlarining entomofaunasi tarkibi, ekologik tuzilishi va tarqalish xususiyatlari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Cho'lning qumli, loyli va namchil biotoplarida, shuningdek, kemiruvchilar inlari va sun'iy suv havzalaridagi mikrobiotsenozlarda uchraydigan asosiy hasharotlar guruhlari o'rganilgan. Artezian quduqlari va Janubiy Qoraqalpog'iston bosh kollektori mahalliy namlik manbalarini shakllantirish hamda ixtisoslashgan hasharotlar majmualarining rivojlanishiga hissa qo'shish orqali mintaqa biologik xilma-xilligini saqlashda muhim rol o'ynashi ko'rsatib o'tilgan. Stafilinidlar, gisteridlar, katopidlar va yarim qattiq qanotlilarning turlar tarkibi hamda ekologik tuzilishi xususiyatlari aniqlangan, shuningdek, ularning trofik aloqalari va cho'l ekotizimlari faoliyatidagi ahamiyati belgilangan.*

Kalit so'zlar: *Shimoli-g'arbiy Qizilqum, Janubiy Orolbo'yi, entomofauna, cho'l ekotizimlari, biologik xilma-xillik, stafilinidlar, gisteridlar, katopidlar, yarim qattiq qanotlilar, in mikrobiotsenozi, sun'iy suv havzalari.*

Аннотация. *В статье представлены сведения о составе, экологической структуре и особенностях распределения энтомофауны пустынных экосистем Северо-Западного Кызылкума Южного Приаралья. Рассмотрены основные группы насекомых, населяющих песчаные, глинистые и водно-болотные биотопы пустыни, а также микробиоценозы нор грызунов и искусственных водоёмов. Показано, что важную роль в поддержании биоразнообразия региона играют артезианские скважины и Южный Каракалпакский магистральный коллектор, формирующие локальные очаги увлажнения и способствующие*

развитию специализированных комплексов насекомых. Выявлены особенности видового состава и экологической структуры стафилинид, гистерид, катопид и полужесткокрылых, определены их трофические связи и значение в функционировании пустынных экосистем. Установлено, что значительную долю энтомофауны составляют хищные виды, участвующие в естественной регуляции численности эктопаразитов, переносчиков возбудителей трансмиссивных заболеваний и вредителей сельского хозяйства. Показана важная санитарная и биоценотическая роль копробионтных и нидикольных насекомых в поддержании устойчивости природных экосистем Южного Приаралья.

Ключевые слова: *Северо-Западный Кызылкум, Южное Приаралье, энтомофауна, пустынные экосистемы, биоразнообразие, стафилиниды, гистериды, катопиды, полужесткокрылые, нидикольный микробиоценоз, искусственные водоёмы.*

Abstract. *The article presents information on the composition, ecological structure, and distribution characteristics of the entomofauna of desert ecosystems in the Northwestern Kyzylkum of the Southern Aral Sea region. The main groups of insects inhabiting sandy, clayey, and wetland biotopes of deserts, as well as the microbiocenoses of rodent burrows and artificial water bodies, have been examined. It has been shown that artesian wells and the South Karakalpak Main Collector play an important role in maintaining the region's biodiversity, forming local moisture sources and contributing to the development of specialized insect complexes. The characteristics of the species composition and ecological structure of staphylinids, hysterids, catopids, and semi-rigid wings have been identified, and their trophic relationships and significance in the functioning of desert ecosystems have been determined.*

Key words: *Northwestern Kyzylkum, Southern Aral Sea region, entomofauna, desert ecosystems, biodiversity, staphylinids, hysterids, catopids, semi-rigid wings, nidicolic microbiocenosis, artificial water bodies.*

В северо-западных Кызылкумах основными формами песчаного рельефа являются гряды и бугры с характерными для них саксаульниками и эфемеровыми серополынниками. В плоских межгрядовых понижениях рапространены водоемы с относительно богатой растительностью и такыры с полным отсутствием и крайне скудной растительностью. Многочислен в чернобоялышевом–полыннике видовой состав чешуекрылых виды семейств Pyralidae, Gelechiidae, Pieridae и связанного с обитанием в почве сем. Noctruidae. Насекомые трофически связаны в основном с боялышем, полынью, эремурусом, верблюжьей колючкой, девясилом, тамариксом. Часто встречаются виды родов *Aethis, Porphyrinia* [1, с.6—67; 2, с.27-35].

В песчаной пустыне где природные условия представляют определенные трудности для жизни, животные и растения объединяются в биоценотические группировки типа консорций. Среди насекомых-ксилофагов существует множество видов вредителей, отличающихся друг от друга внешним видом, строением, образом жизни и местом встречи. В республике распространены 2 видов термита, принадлежащие к роду *Anacanthotermes*: туркестанские и крупные закаспийские термиты *Anacanthotermes turkestanicus* Jacobs, *Anacanthotermes ahngerianus* J, В северо-западных Кызылкумах особенно в последние 20-30 лет *Anacanthotermes ahngerianus* населяют почти все территории, нанося большой ущерб жилым домам, сельскохозяйственным постройкам и даже историческим памятникам. В нашей республике серьезным вредителем являются насекомые-ксилофаги (пчела плотник - *Xylocopa valga*, домовой усатый жук - *Hylotrupes bajulus*, домовой точильщик - *Anobium pertinax*, блестящий цветной жук (златка) - *Acmaeoderella* sp. Из других насекомых самыми опасными для людей и сельскохозяйственных животных являются саранчовые (Acrididae), некоторые жужелицы (Carabidae), кожоеды (Dermestidae), настоящие комары (Culicidae), мокрецы (Ceratopogonidae), мошки (Simuliidae), кровососки (Hippoboscidae), настоящие мухи (Musidae), серые мясные мухи (Sarcophilidae), подкожный овод (Hypodermatidae) и желудочный овод (Gastrophilidae).

В микробиоценозе большой песчанки устойчиво обитает виды блох, как: *Xenopsylla hirtepis, X.gerbilli, X.conformis, Nosopsylla tersus, N.turkmenicus, Coptosylla lamellifer, C.bairamalienses, C.olgae, Stenoponia vlasovi, Paradaxopsylla teretifrons* распространяют возбудителей, которые приводят к особоопасным и трансмиссивным заболеваниям. В данном микробиценозе обитает 62 вида хищников, в той или иной степени влияющих на динамику численности блох и кровососущих клещей. Их роль весьма различна и зависит, прежде всего, от трофической специализации вида. Наибольшее значение по мнению многих авторов и по нашим наблюдениям имеют хищные насекомые, которые уничтожают большое количество блох и других эктопаразитов. Значительную роль играют жуки из семейств стафилинид, гистерид и катопид, а также представители полужесткокрылых [4, 28с; 5, 43с;. 6, С.17-24]. В пустыне Кызылкум существуют только локальные микробиоценозы - норы грызунов и побережья различных водоемов. Входят в состав норового микробиоценоза не только хищники, но и сапрофаги.

Стафилиниды (Staphylinidae). В песчаных и глинистых пустынях главным лимитирующим фактором распространения для стафилинид является острый дефицит влаги, и здесь данные жуки распределяются по специфичным местообитаниям естественного и антропогенного происхождения: прибрежные биотопы в зоне влияния артезианских скважин и искуственных водоемов; навоз и падаль в зонах с развитым животноводством; жилища мелких позвоночных. Норы большой песчанки – местообитания для некоторых стафилинид, где они обитают в кормовой, туалетной и гнездовой камерах колонии. Местами возле водоемов у артезианских скважин (Коструба, Аксага, Баймурат и др.) формируются необычные пустынные биотопы с высокой влажностью и развитой растительностью, кроме того, в Кызылкуме расположен Южный Каракалпакский Магистральный Коллектор (ЮКМК), который в последние годы, в нижнем течении образовал новые озера. Рельеф местности в основном: песчаный – глинистый – солончаковый и здесь тоже сформировался растительный мир из ассоциаций околоводных и галофитных растений, а также с богатым биоразнообразием животного мира. Пустынные водоемы используются как центр распространения в ограниченном спектре для супралиторальных (рипиколы, геобионты) стафилинид в пустыне Кызылкум. На территории озера растут тростник, рогоз, в прибрежной части – гребенщик. Луговые пространства были покрыты пыреем, солеросом, а также карелинией каспийской. В травастоях встречаются эпибионтные виды. В песках пустыни копробионтные виды локализуются в туалетных камерах грызунов. Численность данных жуков в пустыне Кызылкум очень низка из-за отсутствия подстилки, сухости и высокой температуры почвы [3, с.29-130].

В экстремальных условиях песчаной пустыни Кызылкума большинство стафилинид представлено на супралиторали искусственных водоемов, образующихся у артезианских скважин, а также на побережьях Южного Каракалпакского Магистрального Коллектора (ЮКМК) и здесь плотность стафилинид в почвенных пробах - мозаично возрастает на побережьях водоемов [4, 28с]. Эти водоемы определяют закономерности распространения стафилинид пустыни, что подтверждается градацией их местности в однородных субстратах на разном удалении от водоема. По берегам ЮКМК выявлено 18 видов стафилинид: *Philonthus dimidiatipennis* Er., 1840, *Philonthus politus* L., 1758, *Philonthus (s.str) salinus* Kiesw., 1844, *Philonthus (s.str) velatipennis* Sols., 1870, *Rabigus tenuis* F., 1793, *Bisnius scribae* Fauv., 1867, *Ontholestes murinus* L., 1758, *Bledius (Hesperophilus) akinini* Epp., 1888, *Bledius (A) fossor* Heer., 1839, *Carpelimus gracilis* Mnnh.,1830, *Carpelimus heydenreichi* Benick., 1934, *Platystethus nitens* Sahlb., 1834, *Coprophilus pennifer* Motsh., 1845, *Tachyusa atra* Gr., 1806, *Oxypoda lateralis* Mnnh., 1830, *Medon ferrugeneus* Er., 1840, *Achenium quadriceps* Epp., 1889, *Leptobium gracile* Grav., 1802. Здесь также расположены артезианские скважины - Коструба, Аксага, Баймурат и др. Они используются как центр распространения в ограниченном спектре для супралиторальных стафилинид в пустыне Кызылкум [5, 43с, 9, с.66-70.]

На побережьях пустынных водоемов обитают представители различных экологических комплексов стафилинид – рипиколы 17%, стратобионты 38%, копробионты 7%, эпибионты

10%, ботробионты 28%. Вблизи артезианских скважин и образованных ими озерно-солончаковых комплексах появляются растительные сообщества: тамариксовая фармация, включающая 2 группы ассоциаций - тамариксы пятитычинковый, развесистый и другие растения (тростник, акбаш, различные виды верблюжьей колючки), располагаются по берегам прискважинных озер и здесь обычны эпибионтные виды стафилинид. На участках с повышенным увлажнением подпесчаных горизонтов в сообществе тамарикса с ажреком вблизи прискважинных озер, обнаружены мезофильные и гигрофильные виды стратобионтных стафилинид. Однако на побережьях встречаются, как правило, кроме рипиколов и представителей других экологических комплексов стафилинид - копробионты, некробионты, ботробионты. По трофической группе преобладают жуки, питающиеся живой добычей (зоофаги) – 62%, питающиеся водорослями (альгофаги) – 10%, питающиеся перегнившими растительными остатками (сапрофаги) - 21%, а эврифаги - 7%.

Гистериды (Histeridae). Имаго и личинки гистерид являются очень активными неспециализированными хищниками, наряду с блохами и клещами, истребляющими многие виды других непаразитических нидиколов. Биология нидикольных гистерид мало изучена в связи со скрытым образом жизни этих жуков, обитающих в глубине гнезд и нор зверей и птиц, где они локализуются в различных разлагающихся растительных веществах и продуктах жизнедеятельности хозяина. Виды гистерид, постоянно встречаемые нами в колониях, можно разделить на три группы по степени их связи с норовим микробиоценозом: *Hister sepulchralis Eremosaprinus vlasovl, Chalcionellus b1anchei, Xestipige punctulatum, Dendrophilus punctatus, Gnathoncus spp, Pholioxenus phoenix, Gnathoncus suturifer, G. nanus.*

Катопиды (Catopidae). Довольно часто в колониях большой песчанки встречается представитель этого семейства Nargus sp. Это очень подвижный и активный хищник великолепно приспособленный к нидикольному образу жизни, однако этот вид не имеет узкой специализации в отношении пищи и эктопаразиты присутствуют в его рационе наряду с многими непаразитическими членами норового микробиоценоза. Несмотря на невысокую численность этого вида, он играет довольно значительную роль в общей регуляции численности переносчиков трансмиссивных заболеваний.

Полужесткокрылые. Большая часть клопов, встреченных нами в колониях большой песчанки, представлена псаммофильными формами (*Reduvius christhophi, R. fedchencianus, Oncocephalus termezanus, Lygaeus equstris, Geocoris ater, Blissus putoni, Stibaropus henkei* и даже псаммобионтами *Putonia asiatica, Aethus almgeri, Byrsinus fossor*. В колониях расположенных на такырах, пухлых солончаках и глинистых участках пустыни, псаммофилы замещаются галлофилами и обитателями глинистых пустынь (*Campyloma verbasci, C, annulicornis. Pirates hybridus, Holotrichus apterus, Geocoris dispar, G. arenarius, Emblethis verbasci*). В различных ландшафтных участках пустыни обитают эпибионты виды с очень широким распространением и нетребовательные к эдафическим условиям - *Zygaeus pandurus, Peritrechus distinguendus, Hyalocoris pilicomis, Bothrothetus annuilipes, Aethus pilosulus, Patonia asiatica* [5, 43с, 8,с.35-40].

Примерами местообитаний которые служит для насекомых своеобразными, являются микробиотопы - экскременты и падаль животных, норы позвоночных. Насекомые обитающие *Coptosylla* в них, отличаются наличием широкого ареала и высокой численностью. Копробионтные насекомые играют значительную роль в формировании почвенных биоценозов долин крупной реки Амударьи и её притоков. Подавляющее большинство копробионтных жуков - хищники, питающиеся личинками мух и гельминтов и других разносчиков инфекций. Копробионтная группа (большинство представители рода *Aleochara, Philonthus, Oxytelus, Anotylus, Platystethus, Leptacinus, Bisnius, Carpelimus*) исследована на пастбищах, животноводческих комплексах [5, 43с]. Многие виды копробионтных стафилинид являясь одним из основных профилактических факторов эпизоотий сельскохозяйственных животных, истребляют в навозе личинок синантропных и зоофильных мух, а также экзогенные фазы развития гельминтов и их промежуточных хозяев [8, с.35-40]. В этом отношении стафилиниды являются санитарами экосистемы. С наличием воды в пустынной

местности постепенно образуется гидрофильная и лимнодофильная растительность. Это в первую очередь способствует развитию водных и лимнодофильных насекомых, таких, как комары, поденки, стрекозы, лютики, стрелки, разнокрылые, тараканы, богомолы, кузнечики, сверчки, медведки, саранчовые, уховертки, цикады, гребляки, гладыши, водомерки, трипсы, жуки, плавунцы, водолюбы, пластинчатоусые, кожоеды, щелкуны, златки, чернотелки, усачи, долгоносики, златоглазки, ручейники, мокрецы, мошки, слепни, журчалки, кровососки, мясные мухи, подкожный и желудочный овод [1, 3-97с].

В результате проведенных исследований по изучению энтомофауны северо-западном Кызылкуме, была определена таксономическая структура насекомых, составлен аннотированный список их (таблица 1.). По нашим результатам, на изучаемой территории было выявлено распространение насекомых из различных семейств. В результате исследований установлено обитание в данном регионе более 330 видов насекомых, относящихся к 23 отрядам. Наибольшим количеством видов (21,2% от общего числа) представлен отряд Coleptera, затем, (в порядке убывания) отряд Diptera (20,9 %), Lepidoptera (14,6%), Heteroptera (13,9%), Hymenoptera (9,5%), Orthoptera (1,8%), Blattoptera (1,6%), Dermoptera (1,5%), Odanata (1,8%). Количество видов в остальных отрядах колеблется от 0,8 до 0,07% к общему числу известных видов.

Таблица 1.

Таксономическая структура энтомофауны северо-западного Кызылкума

Видовой состав			
1.	*Ephemerella ignita* Poda, 1761	166.	*Aphodius haemorrhoidalis* Linnaeus, 1758
2.	*Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758)	167.	*Aphodius spunctipennis* Erichson, 1848
3.	*Lindenia tetraphylla* (Vander Linden, 1825)	168.	*Aphodius* sordescens Harold, 1869
4.	*Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837)	169.	*Cetonia aurata* Linnaeus, 1761
5.	*Pantala flavescens* Fabricius, 1798	170.	*Codocera ferruginea* Eschscholtz, 1818
6.	*Polyphaga saussurei* (Dohrn, 1888)	171.	*Euoniticellus fulvus* Goeze, 1777
7.	*Blattella germanica* (Linneus,1767).	172.	*Geotrupes baicalicus* Reitter, 1892
8.	*Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758)	173.	*Lasiopsis canina* Zubkov, 1829
9.	*Empusa pennicornis* Pallas, 1773	174.	*Maladera euphorbiae* Burmeister, 1855
10.	*Armene pusilla Eversmann*, 1859	175.	*Onthophagus gibbulus* Pallas, 1781
11.	*Bolivaria brachyptera* Pallas, 1773	176.	*Oxythyrea cinctella* Schaum, 1841
12.	*Anacanthotermes ahngerianus* Jacobs, 1904	177.	*Platytomus variolosus* Kolenati, 1846
13.	*Anechura asiatica* Semenov, 1903	178.	*Protaetia metallica* Herbst, 1782
14.	*Sceptrophasma bituberculatum* (Redtenbacher, 1889).	179.	*Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758
15.	*Decticus verrucivorus* (Linnaeus, 1758)	180.	*Tropinota hirta* Poda von Neuhaus, 1761
16.	*Platycleis intermedia* (Serville, 1838)	181.	*Trox cadaverinus* Illiger, 1802
17.	*Caereocercus fuscipennis* Uv., 1910	182.	*Epicauta erythrocephala* (Pallas, 1781)
18.	*Melanogryllus desertus* (Rall., 1771)	183.	*Mylabris quadripunctata* (Linnaeus, 1767)
19.	*Gryllus bimaculatus* (Deg., 1773).	184.	*Mylabris variabilis* (Pallas 1782)
20.	*Modicogryllus frontalis* (Fieb., 1845).	185.	*Clytra atraphaxidis* Pallas, 1773
21.	*Gryllotalpa unispina* Saussure, 1874	186.	*Crosita altaica faldermanni* Krynicki, 1832
22.	*Thrinchus turcmenus* Bey-Bienko & Mistshenko, 1951	187.	*Cryptocephalus bameuli* Duhaldeborde, 1999
23.	*Strumiger desertorium calcaratum* Bienko & Mistshenko, 1951	188.	*Cryptocephalus bipunctatus* Linnaeus, 1758
24.	*Dericorys albidula* Serville, 1838	189.	*Galerucella calmariensis* Linnaeus, 1767
25.	*Dericorys tibilalis* (Pall., 1773)	190.	*Ischyronota spaethi* Reitter, 1901
26.	*Pyrgomorpha bispinosa deserti* Bey-Bienko, 1951	191.	*Ischyronota spaethi* Scopoli, 1763
27.	*Anacridium aegyptium* (Linnaeus, 1758)	192.	*Pallasiola absinthii* Pallas, 1771
28.	*Calliptamus cephalotes* Fischer von Waldheim, 1846	193.	*Psylliodes chalcomera* Illiger, 1807.
29.	*Calliptamus turanicus* Tarbinsky, 1930	194.	*Psylliodes cuprea* Koch, 1803
30.	*Calliptamus italicus* Linnaeus, 1758	195.	*Psylliodes reitteri parallelus* Weise, 1890
31.	*Heteracris adspersa* (Redt., 1889)	196.	*Otiorhynchus morosus* Faust, 1889

32.	*Egnatius apicalis* Stål., 1876	197.	*Epexochus lehmanni* (Ménétriés, 1849)
33.	*Acrida oxycephala* (Pallas, 1771)	198.	*Ammocleonus quadrimaculatus* (Motschulsky, 1860)
34.	*Truxalis eximia* Eichw., 1830	199.	*Cyphocleonus cenchrus* (Pallas, 1781)
35.	*Duroniella kalmyka* (Ad., 1906)	200.	*Rhinocyllus conicus* (Frölich, 1792)
36.	*Duroniella gracilis* Uv., 1926	201.	*Ulobaris loricata* (Boheman, 1836)
37.	*Dociostaurus (S.) kraussi kraussi* (Ingen., 1897)	202.	*Baris memnonia* Boheman, 1836
38.	*Dociostaurus (s.str.) tartarus* (Stshelk., 1909)	203.	*Chrysopa breviate* Curtis, 1834
39.	*Notostaurus albicornis* (Ev., 1848)	204.	*Cossus shmakovi* (Yakovlev, 2004).
40.	*Eremippus simplex* (Ev., 1859)	205.	*Cossus mongolicus* (Erschoff in Alpheraky, 1882).
41.	*Aiolopus thalassinus brevi* (Fabricius, 1798)	206.	*Holcocerus nobilis* (Staudinger, 1884).
42.	*Locusta migratoria* Linnaeus, 1758	207.	*Holcocerus inspersus* (Christoph, 1887).
43.	*Oedaleus senegalensis* (Krauss,1877)	208.	*Holcocerus gracilis* (Christoph, 1887)
44.	*Oedipoda miniata* (Rall., 1771)	209.	*Lasiocampa quercus* (Linnaeus, 1758).
45.	*Acrotylus insubricus*(Scopoli, 1786)	210.	*Eriogaster lanestris* (Linnaeus, 1758).
46	*Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870)	211.	*Eriogaster henkei* (Staudinger, 1879)
47.	*Sphingonotus savignyi* Saussure, 1884	212.	*Macrothylacia rubi* (Linnaeus, 1758).
48.	*Sphingonotus breviat* Uv., 1925	213.	*Chilena sordida* (Erschoff, 1874).
49.	*Pseudosphingonotus savignyi* (Sauss., 1884)	214.	*Odonestis pruni* (Linnaeus, 1758).
50.	*Trichodectes canis* (Geer, 1778)	215.	*Gastropacha quercifolia* (Linnaeus, 1758).
51.	*Pseudoliarus breviate* (Kusn.)	216.	*Phyllodesma tremulifolium* (Hübner, 1810).
52.	*Hyalesthes obsoletus* Signoret, 1865	217.	*Phyllodesma alice* (John, 1909).
53.	*Pentastiridius leporinus* (Linnaeus, 1761)	218.	*Sphinx ligustri* (Linnaeus, 1758).
54.	*Tettigometra costulata* Fieb.	219.	*Acherontia atropos* (Linnaeus, 1758).
55.	*Crastina tamaricina* (Loginova, 1960)	220.	*Hemaris fuciformis* (Linnaeus, 1758).
56.	*Aphis affinis* Del Guercio, 1911	221.	*Hyles hippophaes* (Esper, 1793).
57.	*Aphis* sp.	222.	*Theretra alecto* (Linnaeus, 1758).
58.	*Brachyunguis tamaricis* (Lichtenstein, 1886)	223.	*Thetidia chlorophyllaria* (Hedemann, 1879)
59.	*Capitophorus* s.p.	224.	*Idaea descitaria* (Christoph, 1893).
60.	*Macropipus tuberculatus* (Roux, 1830)	225.	*Scopula arenosaria* (Staudinger, 1879).
61.	*Haplothrips reuteri* (Karny, 1907)	226.	*Scopula falcovitshi* (Viidalepp, 1992).
62.	*Nabis palifer* Seidenstucker, 1954	227.	*Eupithecia variostrigata* (Alpheraky, 1876).
63.	*Nabis rugosus* (Linnaeus, 1758)	228.	*Lythostege farinata* (Hufnagel, 1767).
64.	*Orius niger* Wolff	229.	*Eulithis populata* (Linnaeus, 1758).
65.	*Orius ribauti* Wagn	230.	*Crocallis elinguaria* (Linnaeus, 1758).
66.	*Lygus gemellatus* (Herrich-Schaeffer, 1835)	231.	*Colotois pennaria* (Linnaeus, 1761).
67.	*Lygus pratensis* (Linnaeus, 1758)	232.	*Notodonta ziczac* (Linnaeus, 1758).
68.	*Adelphocons lineolatus* Goeze	233.	*Furcula bifida* (Brahm, 1787).
69.	*Deraeocoris punctulatus* Schiil.	234.	*Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758).
70.	*Campylomma diversicornis* Reut	235.	*Catocala nupta* (Linnaeus, 1767).
71.	*Campylomma verbasci*	236.	*Catocala promissa* (Denis et Schiffermuller, 1775).
72.	*Campylomma annulicornis.*	237.	*Catocala pacta* (Linnaeus, 1758).
73.	*Pirotes hybridus*	238.	*Catocala sponsa* (Linnaeus, 1767).
74.	*Tuponia elegans* Jak.	239.	*Catocala elocata* (Esper, 1788).
75.	*Monosteira discoidalis* (Jakovlev 1883)	240.	*Catocala lupina*(Herrich Schaffer 1851).
76.	*Reduvius tesfaceus* H. S.	241.	*Catocala optima* (Staudinger, 1888).
77.	*Reduvius disciger* Horv.	242.	*Anydrophila imitatrix* (Christoph, 1887).
78.	*Reduvius christophi* Jak.	243.	*Anydrophila mirifica* (Ershov, 1874).
79.	*Reduvius fedchencianus,*	244.	*Anydrophila simiola* (Pungeler, 1900).
80.	*Reduvius elegans* Jak.	245.	*Drasteria sesquistria* (Eversmann, 1854).
81.	*Oncocephalus brachymerus* Reut.	246.	*Drasteria rada* (Boisduval, 1848).
82.	*Oncocephalus termezanus,*	247.	*Anumeta palpangularis* (Pungeler, 1901).
83.	*Vachiria deserta* Beck.	248.	*Anumeta spilota* (Ershov, 1874).
84.	*Vachiria semenovi* Jakovlev, 1903	249.	*Heliothis viriplaca* (Hufnagel, 1766).
85.	*Ectomocoris ululans* Rossi.	250.	*Polia bombycina* (Hufnagel, 1766).
86.	*Coranus aegyptius* F.	251.	*Hadula ptochica* (Püngeler, 1900).

87.	*Lygaeus eqtiestris* L	252.	*Glossodice polygramma* (Duponchel, 1842).
88.	*Nysius graminicola* Kol	253.	*Satyrium spini* (Denis & Schiffermüller, 1775).
89.	*Oxycarenus pallens* H. S	254.	*Athamantia japhetica* (Nekrutenko et Effendi, 1983).
90.	*Emblethis griseus* Wolff	255.	*Lycaena anthracias* (Christoph, 1877).
91.	*Emblethis verbasci*	256.	*Celastrina argiolus* (Linnaeus, 1758).
92.	*Geocoris desertorum* (Jakovlev, 1871).	257.	*Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758)
93.	*Geocoris ater*	258.	*Polistes (s. str.) dominula* (Christ, 1791)
94.	*Geocoris dispar,*	259.	*Polistes (Gyrostoma) watti* Cameron, 1900
95.	*Geocoris arenarius,*	260.	*Vespa orientalis* Linnaeus, 1771
96.	*Blissus putoni*	261.	*Ammophila campestris* Latreille, 1809
97.	*Stibaropus henkei*	262.	*Ammophila heydeni* Dahlbom, 1845
98.	*Holotrichus apterus*	263.	*Sphex funerarius* Gussakovskij
99.	*Zygaeus pandirus*	264.	*Stizus perrisi* Dufour, 1838
100.	*Peritrechus distriringuandus*	265.	*Lysiphlebus fabarum* (Marshall, 1896)
101.	*Hyalocoris pilicomis*	266.	*Crematogaster subdentata* Mayr, 1877
102.	*Bothrathetus anohuilipes*	267.	*Cataglyphis setipes* (Forel, 1894)
103.	*Patonia asiatica*	268.	*Formica clara* Forel, 1886.
104.	*Scantius aegyptius* L.	269.	*Lepisiota semenovi* Ruzsky, 1905
105.	*Pyrrhocoris apterus* L.	270.	*Monomorium kusnezowi* Santschi, 1928
106.	*Coriomeris vitticollis* Reut.	271.	*Monomorium salomonis* (Linnaeus, 1758)
107.	*Dicranomerus marginatus* Ferr	272.	*Monomorium barbatulum* Mayr, 1877
108.	*Corizus hyoscyami* L.	273	*Tetramorium caespitum* (Linnaeus, 1758)
109.	*Liorhyssus hyalinus* F.	274.	*Tetramorium striativentre* Mayr, 1877
110.	*Brachycarenus tigrinus* Schill.	275.	*Pheidole pallidula arenarum* Ruzsky, 1905
111.	*Chorosoma schillingi* Schill.	276.	*Messor aralocaspius* Ruzsky, 1902
112.	*Aethus pilosulus* Klug.	277.	*Messor excursionis* Ruzsky, 1905
113.	*Aethus almgeri*	278.	*Messor variabilis* Kuznetsov-Ugamsky, 1927
114.	*Byrsinus fossor* M. R.	279.	*Messor subgracilinodis* Arnoldi, 1970
115.	*Aelia furcula* Fieb.	280.	*Crematogaster subdentata* Mayr, 1877
116.	*Carpocoris fuscispinus* Boh	281.	*Camponotus turkestanicus* Emery, 1887
117.	*Dolycoris penicellatus* Horv.	282.	*Monomorium salomonis* (Linnaeus, 1758)
118.	*Tarisa brevi* Reut.	283.	*Tapinoma karavaievi* Yemery, 1925
119.	*Tarisa virescens* H. S.	284.	*Nosopsyllus laeviceps* (Wagner, 1909)
120.	*Brachynema germari* Kol.	285.	*Nosopsyllus tarsus*
121.	*Graphosoma lineatum* L.	286.	*Nosopsyllus turmenicus*
122.	*Cellobius abdominalis* Jak.	287.	*Xenopsylla conformis* (Rothschild, 1904)
123.	*Odontotarsus angustatus* Jak.	288.	*Xenopsylla hirtepis*
124.	*Euroleon nostras* (Geoffroy, 1785)	289.	*Xenopsylla gerbilli*
125.	*Calosoma algiricum* Géhin, 1885	290.	*Coptosylla lamellifer,*
126.	*Calosoma imbricatum deserticula* Klug, 1832	291.	*Coptosylla bairamalienses*
127.	*Cymbionotum pictulum* H.Bates., 1874	292.	*Coptosylla olgae,*
128.	*Cicindela nox* Semenov, 1896	293.	*Stenoponia vlasovi,*
129.	*Calomera lunulata* (Fabricius, 1781)	294.	*Paradaxopsylla teretifrons*
130.	*Siagona europaea* Dejean, 1826	295.	*Xylocopa valga*
131.	*Dyschirius apicalis* Putzeys, 1846	296.	*Hylotrupes bajulus*
132.	*Scarites angustus* Chaudoir, 1855	297.	*Anobium pertinax*
133.	*Bembidion laevibase* (Reitter, 1902)	298.	*Acmaeoderella* sp.
134.	*Bembidion latiplaga* Chaudoir 1850	299.	*Nargus* sp.
135.	*Tachys turkestanicus* (Csiki, 1928)	300.	*Haloxylonomyia gigas* Marikovskij, 1953
136.	*Pogonus grayi* Woll., 1870.	301.	*Satanas gigas* (Eversmann 1855)
137.	*Poecilus liosomus* Chaudoir, 1876	302.	*Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758)
138.	*Agonum (s.str.) extensum* Men., 1849	303.	*Scaeva albomaculata* (Macquart, 1842)
139.	*Amara aenea* (De Geer, 1774)	304.	*Hister sepulchralis.*
140.	*Zabrus morio* Mandrias, 1832	305.	*Eremosaprinus vlasovl,*
141.	*Harpalus (s.str.) distinguendus* (Duftschmid, 1812)	306.	*Chalcionellus b1anchei*
142.	*Dicheirotrichus ustulatus* (Dejean, 1829)	307.	*Xestipige punctulatum*

143.	*Anisodactylus poeciloides pseudoaeneus* Dejean, 1829	308.	*Dendrophilus punctatus,*
144.	*Agatus flavipes* (Solsky, 1874)	309.	*Pholioxenus phoenix*
145.	*Zuphium testaceum* Klug, 1832	310.	*Gnathoncus spp,*
146.	*Eurythyrea oxiana* Semenov, 1895	311.	*Gnathoncus suturifer*
147.	*Julodis variolaris* (Pallas, 1773)	312.	*Gnathoncus nanus.*
148.	*Taphrocerus gracilis* (Say, 1825)	313.	*Ontholestes murinus* L., 1758,
149.	*Dailognatha nasuta* Ménétriése, 1849	314.	*Bisnius scribae* Fauv., 1867,
150.	*Alcinoeta helopioides* Menetries, 1849	315.	*Rabigus tenuis* F., 1793,
151.	*Tentyria gigas* (Faldermann, 1836)	316	*Philonthus dimidiatipennis* Er., 1840,
152.	*Adesmia gebleri* Gebler, 1844	317.	*Philonthus politus* L., 1758,
153.	*Sarothropus fallax* Medvedev, 1961	318.	*Philonthus (s.str) salinus* Kiesw., 1844,
154.	*Cyphogenia gibba* F.-W., 1820	319.	*Philonthus (s.str) velatipennis* Sols., 1870,
155.	*Pisterotarsa breviat* (Fischer von Waldheim, 1821)	320.	*Bledius (Hesperophilus) akinini* Epp., 1888,
156.	*Blaps deplanata* Ménétriés, 1832	321.	*Bledius (A) fossor* Heer., 1839,
157.	*Blaps halophila* Fischer von Waldheim, 1822	322.	*Carpelimus gracilis* Mnnh.,1830,
158.	*Blaps fausti* Seidlitz, 1893.	323.	*Carpelimus heydenreichi* Benick., 1934,
159.	*Blaps pruinosa* Faldermann, 1833	324.	*Platystethus nitens* Sahlb., 1834,
160.	*Opatrum sabulosum* (Linnaeus, 1761)	325.	*Coprophilus pennifer* Motsh., 1845,
161.	*Opatroides punctulatus* Brull, 1832	326.	*Tachyusa atra* Gr., 1806,
162.	*Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1758)	327.	*Oxypoda lateralis* Mnnh., 1830,
163.	*Onthophagus pilicollis* Dorbigny, 1902	328.	*Medon ferrugeneus* Er., 1840,
164.	*Aphodius fimetarius* Linnaeus, 1758	329.	*Achenium quadriceps* Epp., 1889,
165.	*Aphodius breviate* Harold, 1871	330.	*Leptobium gracile* Grav., 1802.
	Всего 330		

Таблица 2.

Сбор проб насекомых северо-западного Кызылкума (2024 г., 1-я декада мая) в течение 1 часа.

№	Виды		Имаго (экз)		Личинка (экз)	Всего	%
			♀	♂			
1	Coleoptera		9	8	12	29	10.9
2	Diptera		19	7	-	26	9.9
3	Heteroptera		12	6	-	18	6.7
4	Orthoptera		10	5	4	19	7.3
6	Hymenoptera		25	12	-	37	13.9
7	Dermaptera		3	2	-	5	1.8
8	Blattoptera		41	12	6	59	22.1
9	Lepidoptera		25	17	2	44	16.5
10	Odanoptera		15	13	1	29	10.9
Всего		**В числах**	**159**	**82**	**25**	**266**	**100**
		%	**59.7**	**30.8**	**9.5**	**100**	

Анализируя полученные результаты, проведенных северо-западного Кызылкума начиная с первой декады марта зимующие виды постепенно переходят в активное состояние. В ходе исследований за первую декаду мая 2024 г. когда мы это определили по методу Правдина, 1978, было собрано 266 проб за один час: (таблица 2.) из десяти отрядов в общей сложности 266 особей насекомых, из которых 241 находились в стадии имаго и 25 в личиночной стадии. Половой состав сбора составил 59,7% самцов, 30,8% самок и 9,5% личинок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРА:

1. Азимов Д.А., Бекузин А.А., Давлетшина А.Г., Кадырова М.К. Насекомые Узбекистана. - Ташкент, Фан, 1993. - С.3-97.

2. Базарбаева Д.О. Экология прямокрылоподобных насекомых (Insecta: Orthopteridae) плато Устюрт // Автореф дисс на.соис.уч.ст.д.ф.по б.н. - Нукус, 2023. – С.27-35.

3. Бекбергенова З.О., Жуманов М.А. «Энтомология» - Ташкент, 2018. – С.129-130.

4. Брехов О.Г. Методические рекомендации по выполнению научно-исследовательских работ по энтомологии. – Волгоград: Перемена, - 2006. -28 с.

5. Дауылбаева К.К. Эколого-фаунистическая характеристика стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) Южного приаралья // Автореф. дисс. … докт. (PhD) биол. Наук. – Нукус, 2023. - 43 с.

6. Джугинисов Т.И. Жанубий оролбўйи ксилофаг-ҳашаротлари // Автореф. дисс. … докт. биол. наук. – Нукус, 2021.- С.17-24.

7. Дусимбетов Б.О. Жанубий Оролбўйи шароитида кемирувчилар *(rodentia)* жамоаларини экологик баҳолаш (Қорақалпоғистон Жанубий туманлари мисолида) //Биология фанлари буйича фалсафа доктори (PhD) дисс. автореф. – Нукус, 2019. –32 б.

8. Кащеев В.А., Искаков Б.В. Стафилиниды (Col., Staph.) из колоний большой песчанки (Rhombomis opimus Licht.) в пусты-не Кызылкум. - Изв. АН КазССР, 1981. 5: - С. 35-40.

9. Кулумбетова Т.Т. Насекомые Южного Приаралья // Вестник ККО АН РУз-1998 б, №1, часть 3.-С.66-70.

UO'K: 581.1:631.811:632.937

АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ИНТРОДУКЦИОННАЯ УСПЕШНОСТЬ ВИДОВ РОДА *ONOBRYCHIS* MILL. В УСЛОВИЯХ МИРЗАЧУЛЯ

З.Ф.Джумаева, PhD, Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами, Ташкент

Annotatsiya. *Maqolada Mirzacho'l mintaqasi sharoitida Onobrychis Mill. turkumiga mansub ayrim turlarning bioekologik xususiyatlari va adaptatsion salohiyatini o'rganish bo'yicha ko'p yillik tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Tadqiqot obyekti sifatida O. micrantha, O. pulchella, O. chorassanica va O.saravschanica turlari olindi. Turlarning o'sishi va rivojlanishi, vegetatsiya davrining davomiyligi, fenologik fazalarning o'tishi hamda arid sharoitlarga moslashish xususiyatlari aniqlandi. Tadqiq etilgan turlar yuqori ekologik plastiklik va muvaffaqiyatli introduksiya qilish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. Eng yuqori adaptatsion salohiyat O. pulchella va O. chorassanica turlarida qayd etilib, ular ko'p komponentli yaylov agrofitotsenozlarini yaratish hamda degradatsiyaga uchragan yerlarni tiklash uchun tavsiya etildi.*

Kalit so'zlar: *Onobrychis, bioekologiya, introduksiya, ekologik plastiklik, moslashuv, arid sharoitlar, Mirzacho'l, fitomelioratsiya.*

Аннотация. *В статье представлены результаты многолетних исследований биоэкологических особенностей и адаптационного потенциала некоторых видов рода Onobrychis Mill. в условиях Мирзачульского региона. Объектами исследования являлись O. micrantha, O. pulchella, O. chorassanica и O. saravschanica. Установлены особенности роста и развития, продолжительности вегетационного периода, прохождения фенологических фаз и адаптации к аридным условиям. Выявлено, что исследованные виды характеризуются высокой экологической пластичностью и способностью к успешной интродукции. Наиболее высоким адаптационным потенциалом обладают O. pulchella и O. chorassanica, которые рекомендованы для создания многокомпонентных пастбищных агрофитоценозов и восстановления деградированных земель.*

Ключевые слова: *Onobrychis, биоэкология, интродукция, экологическая пластичность, адаптация, аридные условия, Мирзачуль, фитомелиорация.*

Abstract. *The article presents the results of long-term studies on the bioecological characteristics and adaptive potential of selected species of the genus Onobrychis Mill. under the environmental conditions of the Mirzachul region. The study objects included O. micrantha, O. pulchella, O. chorassanica, and O.saravschanica. The growth and development patterns, duration of the growing season, progression of phenological phases, and adaptation to arid conditions were investigated. The studied species were found to exhibit high ecological plasticity and a strong capacity for successful introduction. The highest adaptive potential was demonstrated by O. pulchella and O. chorassanica, which are recommended for establishing multi-component pasture agrophytocenoses and restoring degraded lands.*

Keywords: *Onobrychis, bioecology, introduction, ecological plasticity, adaptation, arid conditions, Mirzachul, phytomelioration.*

Введение. В настоящее время в связи с усилением процессов аридизации климата, деградацией естественных пастбищ и сокращением биоразнообразия особую актуальность

приобретают исследования, направленные на поиск перспективных кормовых растений, обладающих высокой экологической пластичностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.

Представители рода *Onobrychis* Mill. (Fabaceae) относятся к числу ценных кормовых растений, отличающихся высоким содержанием белка, хорошими кормовыми качествами и способностью произрастать в экстремальных экологических условиях. В природной флоре Средней Азии род *Onobrychis* представлен значительным количеством видов, многие из которых обладают высоким интродукционным потенциалом и могут использоваться в качестве фитомелиорантов при восстановлении деградированных пастбищ [4, 21, 29, 31, 35].

Несмотря на большое хозяйственное значение эспарцетов, биоэкологические особенности отдельных видов рода *Onobrychis*, распространённых в предгорных районах Узбекистана, изучены недостаточно. В связи с этим исследование их адаптационных возможностей в условиях Мирзачульского региона представляет как теоретический, так и практический интерес [10, 11, 12, 36].

Целью исследования являлось изучение биоэкологических особенностей и оценка адаптационного потенциала некоторых видов рода *Onobrychis* Mill. в условиях Мирзачуля.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований послужили 4 видов рода *Onobrychis,* относящиеся к сем. Fabaceae Lindl.: *O. micrantha* Schrenk. – эспарцет мелкоцветковый, *O. pulchella* Schrenk. – эспарцет красивый. *O. chorassanica* Bunge. – эспарцет хорассанский, *O. saravschanica* B. Fedtsch. – эспарцет зарафшанский. Названия видов и объём рода приведены в соответствии с современными флористическими сводками [28, 30, 33, 37].

По жизненной форме исследованные виды рода *Onobrychis* относятся к однолетним (*O. pulchella, O. micrantha*) или многолетним (*O. chorassanica, O. saravschanica*) травам.

Исследования проводили в 2014–2024 гг. в условиях Мирзачульского региона. Исходным материалом служили семена, собранные в природных популяциях адырной зоны Узбекистана и выращенные на интродукционном участке с типичными светлыми серозёмами. Климат района резко континентальный, с жарким засушливым летом и неустойчивым увлажнением. Опыты проводили в трёхкратной повторности, по 20 модельных особей каждого вида в варианте.

Фенологические наблюдения выполняли по общепринятой методике с использованием «Онтогенетического атласа растений» [17]. Регистрировали сроки основных фенологических фаз и определяли продолжительность вегетационного периода. Рост оценивали по высоте растений и числу побегов, измеряемых у 20 особей с интервалом 10 суток.

Биологию цветения изучали по методикам А.Н. Пономарёва [19] и О.А. Ашурметова и Х.К. Каршибаева [3]. Динамику развития 20 бутонов каждого вида определяли ежедневными измерениями. Суточную динамику цветения изучали у 10 соцветий с 7:00 до 22:00 ч в трёхкратной повторности с одновременной регистрацией температуры и относительной влажности воздуха. Механизм раскрывания цветков изучали на 20 цветках каждого вида.

Плодоношение и семенную продуктивность исследовали у 20 особей каждого вида по [15, 23] с дополнениями [9]. Определяли потенциальную (ПСП) и реальную (РСП) семенную продуктивность и рассчитывали коэффициент продуктивности (КПР) [8].

Качество семян оценивали по [15]. Проращивание проводили в чашках Петри на фильтровальной бумаге при +22 °C, а для определения температурного диапазона — при дополнительных температурных режимах. Семена разделяли на проросшие, твёрдые и загнившие; твёрдыми считали семена, не изменившиеся к 14-м суткам. Стратификацию проводили при +2…+4 °C в течение 60 суток; контролем служили необработанные семена, хранившиеся при +22…+24 °C.

Способы распространения диаспор и семенное возобновление изучали по [13, 18, 6, 5], запас семян в почве — по [6]. Морфологические признаки определяли по [27, 2, 1, 7], окраску органов — по шкале Classic Color Checker, жизненные формы — по общепринятой системе [26].

Интродукционную оценку и адаптационный потенциал видов определяли по 100-балльной системе с учётом морфологической стабильности, сезонного ритма развития, интенсивности роста, семенной продуктивности и качества семян, способности к самовозобновлению и формированию почвенного семенного банка, а также засухо-, жаро- и солеустойчивости [25, 24]. Перспективными считали виды с наибольшей суммой баллов.

Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики [14] в Microsoft Excel; в таблицах представлены средние значения и диапазоны варьирования.

Результаты и их обсуждение

Особенности роста и развития. Проведённые исследования показали, что все интродуцированные виды сохраняют характерный габитус и отличаются нормальным прохождением сезонных фаз развития. Рост и развитие растений согласованы с климатическими особенностями Мирзачульского региона, что свидетельствует о хорошей фенологической адаптации [24, 25].

Наибольшей интенсивностью роста характеризовались *O. pulchella* и *O. chorassanica,* тогда как *O. micrantha* и *O. saravschanica* проявляли более умеренные темпы развития.

Установлено, что у однолетних видов (*O. micrantha* и *O. pulchella*) полный жизненный цикл продолжается от 71 до 86 суток, тогда как у многолетних видов (*O. chorassanica* и *O. saravschanica*) продолжительность вегетационного периода составляет 157–171 день. Подобные различия отражают различные стратегии адаптации растений к условиям аридной зоны.

Фенологические особенности. Сравнение собственных наблюдений с литературными данными показало, что у однолетних видов отмечается более раннее начало цветения. У многолетних видов сроки цветения остаются относительно стабильными и не выходят за пределы, отмеченные другими исследователями [4, 12, 22].

Продолжительность цветения одной особи у однолетников составляет 24–32 дня, тогда как у многолетних видов она увеличивается до 33–38 дней.

Фаза плодоношения у *O. micrantha* начинается в конце мая, у *O. pulchella* — в начале июня, а у *O. chorassanica* и *O. saravschanica* приходится на июнь-июль. Более продолжительное плодоношение характерно для многолетних видов.

Экологическая пластичность видов. Установлено, что представители рода ***Onobrychis*** обладают высокой экологической пластичностью. Их семена способны прорастать в широком диапазоне температур, а наличие значительного количества твёрдых семян обеспечивает сохранение жизнеспособности популяций в неблагоприятные годы [16, 20, 26].

Важной адаптивной особенностью является формирование устойчивого почвенного семенного банка. Для исследованных видов характерны полихория и разнообразные способы распространения диаспор, способствующие сохранению популяций в условиях нестабильного увлажнения [13, 18].

Высокая доля твёрдых семян (65,0–91,6 %) рассматривается как важный механизм адаптации к засушливому климату.

Кроме того, все исследованные виды отличаются высокой репродуктивной активностью и способностью к самовосстановлению, что обеспечивает устойчивость популяций и успешное существование в условиях адыровой зоны Узбекистана [10, 22, 32, 34].

Интродукционная оценка и адаптационный потенциал. Комплексная оценка показала, что все исследованные виды успешно адаптируются к почвенно-климатическим условиям Мирзачуля, однако различаются по степени устойчивости к лимитирующим факторам окружающей среды.

Обобщённые результаты сравнительного изучения биоэкологических особенностей и интродукционной успешности исследованных видов представлены в таблице 1.

Наибольшие показатели интродукционной успешности были получены у *O. chorassanica* и *O. pulchella*, которые набрали соответственно 79 и 78 баллов по 100-балльной шкале. Эти виды относятся к группе перспективных интродуцентов [25].

Виды *O. micrantha* и *O. saravschanica* получили 71 и 73 балла соответственно, что свидетельствует об их более низкой устойчивости к воздействию засушливого климата.

Таблица 1

Сравнительная характеристика биоэкологических особенностей и интродукционной успешности видов рода *Onobrychis* Mill. в условиях Мирзачуля

№	Вид	Жизненная форма	Продолжительность вегетационного периода, сут.*	Продолжительность цветения одной особи, сут.*	Начало фазы плодоношения	Интенсивность роста	Интродукционная оценка, балл**
1	*O. micrantha* Schrenk	однолетник	71–86	24–32	конец мая	умеренная	71
2	*O. pulchella* Schrenk	однолетник	71–86	24–32	начало июня	высокая	78
3	*O. chorassanica* Bunge	многолетник	157–171	33–38	июнь – июль	высокая	79
4	*O. saravschanica* B. Fedtsch.	многолетник	157–171	33–38	июнь – июль	умеренная	73

Примечание: * приведены обобщённые диапазоны, установленные для группы однолетних (*O. micrantha, O. pulchella*) и группы многолетних (*O. chorassanica, O. saravschanica*) видов; ** оценка выполнена по 100-балльной шкале, к группе перспективных интродуцентов отнесены виды, набравшие 78–79 баллов. Доля твёрдых семян у всех исследованных видов составила 65,0–91,6 %, что рассматривается как один из ключевых механизмов адаптации к аридным условиям.

Высокая экологическая пластичность, способность к эффективному семенному размножению, самовосстановлению и устойчивость к абиотическим факторам позволяют рассматривать *O. pulchella* и *O. chorassanica* как наиболее перспективные виды для практического использования.

Выводы. Проведённые исследования показали, что виды рода *Onobrychis* Mill. успешно адаптируются к почвенно-климатическим условиям Мирзачульского региона и характеризуются высокой экологической пластичностью. Установлено, что различия в продолжительности вегетационного периода отражают специфические стратегии адаптации растений к аридным условиям. Исследованные виды сохраняют морфологическую стабильность, отличаются нормальным прохождением фенологических фаз, способностью к самовосстановлению и формированию устойчивого почвенного семенного банка. Наиболее высоким адаптационным потенциалом обладают *O. pulchella* и *O. chorassanica*, что позволяет рекомендовать их в качестве перспективных фитомелиорантов для восстановления деградированных пастбищ и создания многокомпонентных агрофитоценозов в предгорной зоне Узбекистана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. – Л.: Наука, 1990. – 204 с.

2. Артюшенко З.Т., Фёдоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.

3. Ашурметов О.А., Каршибаев Х.К. Ўсимликларда репродукция жараёнини ўрганиш учун услубий кўрсатмалар. – Тошкент, 2008. – 24 б.

4. Бутник А.А., Турсунов Х.Т., Каримов Ф.К. Биология цветения и опыления растений Средней Азии. – Ташкент: Фан, 1984. – 240 с.

5. Ведерникова О.П. Методика изучения семенного возобновления на постоянных площадках // Изучение структуры и взаимоотношения ценопопуляций: Метод. разработки. – М., 1986. – С. 44–48.

6. Егорова В.Н. Методика изучения семенного возобновления методом выборок // Изучение структуры и взаимоотношения ценопопуляций: Метод. разработки. – М., 1986. – С. 37–38.

7. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. – М., 2005. – 226 с.

8. Злобин Ю.А. Репродуктивный успех // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. – СПб.: Мир и семья, 2000. – Т. 3. – С. 247–258.

9. Каршибаев Х.К. Адир минтақаси табиий фитоценозларида бурчоқдошлар оиласи вакиллари уруғидан чиққан наслнинг ҳаётчанлиги // Ботаника, экология, ўсимликлар муҳофазаси: Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. – Андижон, 2007. – Б. 75–76.

10. Каршибаев Х.К. Флора и растительность адыров Узбекистана. – Ташкент: Фан, 2002. – 152 с.

11. Каршибаев Х.К., Ёзиев Л.Х. Интродукционная оценка кормовых растений аридных регионов // Узбекский биологический журнал. – 2018. – № 3. – С. 24–32.

12. Конючева В.И. Цитоэмбриологические особенности Onobrychis chorassanica // Ботанический журнал. – 1975. – Т. 60, № 2. – С. 241–244.

13. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. – Л.: Наука, 1987. – 160 с.
14. Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных. – Горно-Алтайск, 2005. – 71 с.
15. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 54 с.
16. Одум Ю. Экология: в 2 т. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.
17. Онтогенетический атлас растений: научное издание. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2007.
18. Положий А.В. Основы морфологии высших растений. – Томск, 1991. – 88 с.
19. Пономарёв А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 9–19.
20. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 352 с.
21. Расулова М.Р., Саидов М.С., Абдукаримов Х.А. Химический состав и питательная ценность бобовых Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1987. – 56 с.
22. Сациперова И.Ф. Методы изучения репродуктивной биологии цветковых растений. – Л.: Наука, 1979. – 35 с.
23. Сациперова И.Ф. Основные аспекты и методы изучения репродуктивной биологии травянистых растений при их интродукции // Труды Ботанического института. – СПб., 1993. – Вып. 8. – С. 25–35.
24. Соболевская К.А. Некоторые вопросы интродукции травянистых растений // Ботанический журнал. – 1962. – Т. 47, № 1. – С. 3–10.
25. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений.–М.: Наука, 1991.–216 с.
26. Фёдоров А.А. Жизненные формы и экологические стратегии растений. – М.: Наука, 1974. – 320 с.
27. Фёдоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. – Л.: Наука, 1975. – 350 с.
28. Hedge I.C. Onobrychis Mill. // Flora Iranica. – Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt, 1970. – Vol. 63. – P. 3–224.
29. Karimov F.K., Tursunov H.T. Ecological features of forage legumes in arid regions // Plant Resources. – 2016. – Vol. 52, № 4. – P. 236–241.
30. Khasanov F.O., Tojibaev K.Sh. Flora of Uzbekistan. – Tashkent: Fan, 2016. – Vol. 1. – 396 p.
31. Mabberley D.J. Mabberley's Plant-Book. A Portable Dictionary of Plants, Their Classification and Uses. – Cambridge: Cambridge University Press, 2017. – 1102 p.
32. Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E. Biology of Plants. – New York: W.H. Freeman and Company, 2013. – 900 p.
33. Rechinger K.H. Flora Iranica. – Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt, 1984. – 367 p.
34. Singh G. Plant Systematics: Theory and Practice. – New Delhi: Oxford & IBH Publishing, 2010. – 479 p.
35. Takhtajan A. Flowering Plants. – New York: Springer, 2009. – 871 p.
36. Tojibaev K.Sh., Beshko N.Yu., Karimov F.I. Biodiversity and conservation of flora of Uzbekistan // Phytotaxa. – 2017. – Vol. 282. – P. 1–12.
37. Zohary M. Geobotanical Foundations of the Middle East. – Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1973.–739 p.

УЎК 579.64:632.937.3

ТЎПЛАМДА *BACILLUS THURINGIENSIS* БАКТЕРИЯЛАРИНИНГ САҚЛАШ ЖАРАЁНИДА ЎЗГАРУВЧАНЛИГИ ВА БАРҚАРОРЛИГИ

Р.Н.Жураева, кат.и.х., ЎзР ФА Микробиология институти, Тошкент
Р.Б.Эргашев, кич.и.х., ЎзР ФА Микробиология институти, Тошкент
М.М.Матирзаева, эркин тадқиқотчи, ЎзР ФА Микробиология институти, Тошкент

Аннотация. *Ушбу мақолада ЎзР ФА Микробиология институти "Микроорганизмлар тўплами"да турли консервация усуллари (лиофил қуритиш, минерал мойи остида ва оддий спора шаклида) ёрдамида узоқ муддат 15 йил давомида сақланиб келинаётган Bacillus thuringiensis бактерияларининг ҳаётчанлиги, морфо-культурал белгилари, галотолерантлик даражаси ва антагонистик хусусиятлари қиёсий баҳоланган.*

Калит сўзи: *тўплам, сақлаш усули, Bacillus thuringiensis, ҳаётчанлиги, антагонистик фаоллиги*

Аннотация. *В данной статье приведена сравнительная оценка жизнеспособности, морфолого-культуральных признаков, уровня галотолерантности и антагонистических свойств бактерий Bacillus thuringiensis, сохранявшихся в течение длительного времени (15 лет) с использованием различных методов консервации (лиофильное высушивание, под минеральным маслом и в споровой форме) в «Коллекции микроорганизмов» Института микробиологии АН РУз.*

Ключевые слова: *коллекция, метод хранения, Bacillus thuringiensis, жизнеспособность, антагонистическая активность.*

Abstract. *This article presents a comparative evaluation of the viability, morpho-cultural characteristics, halotolerance levels, and antagonistic properties of Bacillus thuringiensis bacteria maintained for a long-term period of 15 years using various preservation methods (lyophilization, under mineral oil, and in spore form) in the "Collection of Microorganisms" at the Institute of Microbiology.*

Key words: *collection, preservation method, Bacillus thuringiensis, viability, antagonistic activity.*

Ҳозирги кунда спора ҳосил қилувчи бактериялар бўйича кенг кўламли тадқиқотлар олиб борилмоқда [1,2], айниқса *Bacillus* авлодига мансуб бактерияларни физиологик, экологик ва генетик хусусиятларини таснифлаш ҳамда уларнинг битехнологик жараёнларда қўллаш имкониятларини ҳисобга олган ҳолда уларни ҳаётчанлиги ва биологик фаоллигини йўқотмасдан сақлаш муҳим аҳамият касб этади.

Биопрепаратлар учун асос бўлиб хизмат қиладиган микроорганизмлар орасида энтомопатоген бактериялар *Bacillus thuringiensis* (Bt) алоҳида ўрин тутади. Шунингдек, амалиётда Bt энтомоцид [3,4], антифунгал [5,6], ўсимликларни ўсишини стимулловчи [7,8] восита сифатида қўлланилади. Бактериялар спора, параспора, кристалл эндотоксин ва баъзи изолятлари иссиқга чидамли экзтоксин ҳосил қилади.

Саноат учун муҳим бўлган штаммлар билан муваффақиятли ишлашнинг асосий омилларидан бири сақлашнинг мақбул усулини танлашдир [9]. Бактерияларнинг ҳаётчанлигини уларнинг дастлабки биологик, генетик ва энтомоцид хусусиятларини йўқотмаган ҳолда узоқ муддат давомида сақлаб туриш мураккаб илмий-амалий вазифа ҳисобланади [10,11]. Лиофилизация ёки криоконсервация каби анъанавий усуллар махсус ускуналарни талаб этади ва ҳар доим ҳам ўта узоқ вақт давомида бактериялар плазмид профилининг мутлақ барқарорлигини кафолатлай олмайди. Шу билан бирга, Bt спораларининг узоқ муддатли анабиоз шароитида экстремал чидамлилик механизмларини ўрганиш ушбу микроорганизмларнинг яшовчанлик физиологиясини ва биотехнологик регламентларни оптималлаштириш учун янги истиқболларни аниқлаб бериши мумкин.

ЎзР ФА Микробиология институти "Микроорганизмлар тўплами"да сақланаётган штаммларнинг аксарияти саноатда муҳим аҳамиятга эга ва биотехнологик ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин. Айниқса тўпламда *Bacillus thuringiensis* гуруҳи бактериялари алоҳида ўрин тутади – қишлоқ хўжалиги экинларининг турли зараркунандаларига қарши юқори патоген фаолликга эга бўлган штаммлар мавжуд.

Тадқиқотнинг мақсади: Микроорганизмлар тўпламида сақланаётган *Bacillus thuringiensis* штаммларининг ҳаётчанлиги ва биологик самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқот услублари: Бактерияларни +4°C ҳароратда даврий қайта экиш, минерал мойи остида, лиофил қуритилган ва спора шаклда сақланади [12,13]. Бактерияларни 15 йил сақлашдан сўнг уларнинг ҳаётчанлиги, ҳужайра титри ва айрим физиологик хусусиятлари ўрганилди.

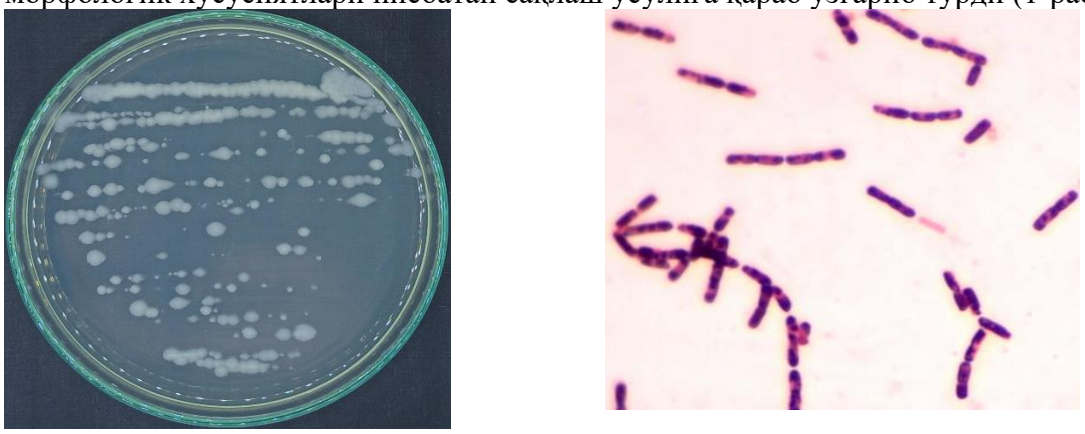
Ҳужайра морфологияси (ҳужайраларнинг шакли, катталиги, вегетатив бўлиниши) CX21 FS1 (Хитой) ёруғлик микроскопи ёрдамида кузатилди. Колонияларнинг морфотипларини аниқлашда шакли, ранги, юзаси, профили, чеккаси, тузилиши асосий мезони аниқланди. Турли хил углеводларни ферментация қилиш қобилиятини аниқлаш учун углеводлар қўшилган суюқ озуқа муҳитида кузатилди.

Бактерияларнинг ҳаётчанлик ҳужайралар миқдори озуқа муҳитларига кетма-кет суюлтириб экиш орқали аниқланди. Экилган намуналар 2–3 сутка давомида инкубация қилинди ва ўсиб чиққан колониялар сони ҳисобланди. Культураларнинг яшовчанлиги лиофил қуритишдан олдин, қуритишдан сўнг ва сақлаш жараёнида ўрганилди. Ҳаётчанлик назоратга нисбатан фоиз ҳисобида баҳоланди.

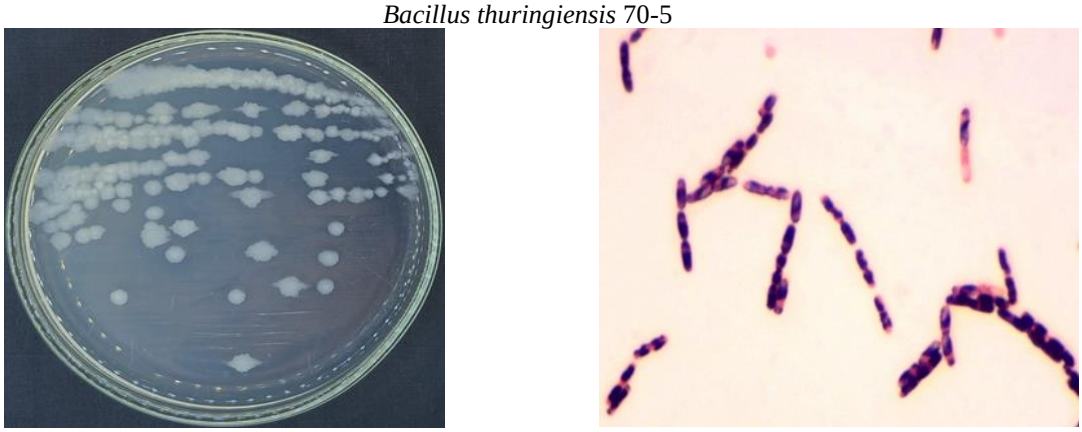
B. thuringiensis штаммлари ГПБ озуқа муҳитида 10-15% NaCl тузи қўшилиб культураларнинг оптик зичлиги PE-5400V спектофометрда (LLC "PromEcoLab", Россия) ёрдамида 560 нм тўлқин узунлигида 2 марта суюлтириш билан ўлчанди. Штаммларнинг фитопатоген замбуруғларга нисбатан антагонистик фаоллиги агар блоклари усули ёрдамида ўрганилди [14].

Тадқиқот натижалари: Микроорганизмлар тўпламида узоқ муддатда сақланиб келинаётган *Bacillus thuringiensis* штаммлари табиий манбалардан тупроқлар, ўсимлик қолдиқлари ва нобуд бўлган турли ҳашаротлардан ажратиб олинган ҳамда "Микроорганизмлар тўплами"га даврий қайта экиш, лиофил қуритилган, минерал мойи остида, спора шаклида сақлашга топширилган. Сақлаш мобайнида морфологик ва физиологик хусусиятлари сезиларли даражада ўзгариши кузатилмади. Минерал мойи остида сақлашдан сўнг ҳужайра шаклини тиклаш учун 2-3 марта қайта экиш керак.

Bacillus thuringiensis тупроқда яшовчи, грамм-мусбат, спора ҳосил қилувчи бактерия бўлиб, унинг асосий ажралиб турадиган хусусияти споруляция босқичида оқсил кристалли қўшимчаларининг ҳосил бўлиши ҳисобланади. Ўрганилаётган *Bacillus thuringiensis* штаммларининг колонияларини гўшт пептонли агар муҳитига экилганда кул ранг ҳамда оқ рангли юмалоқ шаклда, бироз буришган, диаметри 2-3 мм, овал шаклли колониялар ҳосил қилди. Грамммусбат, суюқ озуқа муҳитида чўкма ва парда ҳосил бўлиши кузатилди. Шунингдек, агарли озуқа муҳитида спора ва кристалл ҳосил бўлиши 3-5 суткада якунланди. Ушбу морфологик хусусиятлари нисбатан сақлаш усулига қараб ўзгариб турди (1-расм).



Bacillus thuringiensis 70-5



Bacillus thuringiensis ЛМ 62-5

Расм 1. *Bacillus thuringiensis* штаммларининг ГПА агарли озуқа муҳитида 3 кунлик колонияси ва ҳужайра тузилиши

Микроорганизмлар тўпламида *Bt* штаммларини 15 йил давомида турли усулларда (лиофил қуритиш, минерал мойи остида, спора шаклида) сақлашда штаммлар учун лиофил қуритиш усули энг юқори фаолликни намоён этди. Бунда сақлаш муддатидан сўнг *Bacillus thuringiensis* 62-5 штамми ҳаётчанлиги 98,0% ни (ҳужайра титри $56x10^8$), *Bacillus thuringiensis* 70-5 штаммида — 95,0 % ни (ҳужайра титри $49x10^8$) ташкил этди. Бизнинг тажрибаларимизда лиофилизация жараёни ҳаётчанлигини узоқ муддат давомида барқарор сақлашда энг мақбул консервация усули эканлигини кўрсатди. Минерал мойи остида сақлаш усулида ўрганилаётган

Bt штаммларнинг ҳаётчанлиги нисбатан 88,0% ва 72,6% даражасида сақланиб қолди, бироқ ҳужайралар титри дастлабки кўрсаткичга (10^9) нисбатан 1-2 тартибга камайгани кузатилди.

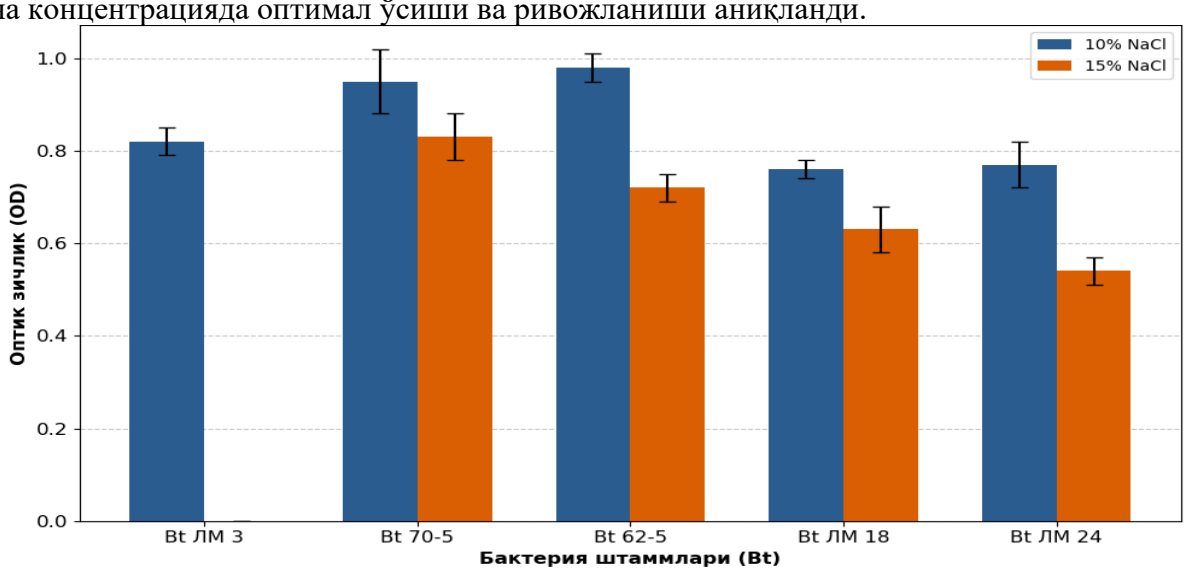
Энг паст кўрсаткичлар штаммлар оддий спора шаклида (нормал шароитда қуруқ ҳолда) сақланганда қайд этилди. Штаммларнинг ҳаётчанлиги 15 йилдан сўнг 22-75x10^5 КХҚБ аниқланди. Бу сақлаш усули ҳимоя воситаларисиз (криопротекторлар ёки минерал мойи) спораларнинг узоқ муддатли сақланиш давомида аста-секин деградацияга учраши билан изоҳланиши мумкин (1-жадвал).

Жадвал 1

Турли хил сақлаш усулида бактерияларнинг ҳаётчанлиги

Бактерия штаммлари	Сақлаш усуллари (15 йилдан сўнг)	Ҳужайра титри (дастлабки титри 10^9)	Ҳаётчанлиги, %
Bacillus thuringiensis ЛМ 3	минерал мойи остида	37x10^7	88,0
	лиофил қуритилган усулда	35x10^8	72,5
	спора шаклда	22x10^5	75,2
Bacillus thuringiensis 70-5	минерал мойи остида	67x10^6	72,6
	лиофил қуритилган усулда	49x10^8	98,0
	спора шаклда	23x10^5	65,0
Bacillus thuringiensis 62-5	минерал мойи остида	63x10^7	78,0
	лиофил қуритилган усулда	56x10^8	92,0
	спора шаклда	75x10^5	72,0
Bacillus thuringiensis ЛМ 18	минерал мойи остида	58x10^6	75,0
	лиофил қуритилган усулда	42x10^7	72,0
	спора шаклда	38x10^5	56,0
Bacillus thuringiensis ЛМ 24	минерал мойи остида	45x10^7	86,0
	лиофил қуритилган усулда	36x10^6	72,0
	спора шаклда	49x10^5	62,0

Кейинги тажрибаларимизда *B. thuringiensis* бактерия штаммларини озуқа мухити таркибида концентрацияда ўстириб ўрганилди, ўрганилаётган штаммлар NaCl тузининг 10% гача концентрацияда оптимал ўсиши ва ривожланиши аниқланди.



2-расм. *Bacillus thuringiensis* штаммларининг озуқа муҳитида NaCl таъсирида ўсиш фаоллиги (OD), (72 соатдан сўнг)

Bacillus thuringiensis штаммларининг 10-15% NaCl концентрацияли озуқа муҳитларида ўсиш фаоллиги оптик зичлик (OD) кўрсаткичлари бўйича 24, 48, 72 соатдан сўнг баҳоланди, бунда туз миқдори ортиши билан бактерияларнинг биомассаси тўпланишини камайтириши аниқланди (1-расм). Штаммлар 10% NaCl шароитида энг юқори кўрсаткичлар Bt 62-5 (0,98±0,03) ва Bt 70-5 (0,95 ± 0,07) штаммларида қайд этилди. Озуқа муҳитда NaCl концентрацияси 15% гача оширилганда, Bt 70-5 штамми ўзининг юқори галотолерантлик хусусиятини намоён этиб, энг барқарор ўсиш фаоллигини (0,83±0,05) намоён этди. Шунингдек, Bt ЛМ 18 ва Bt ЛМ 24 штаммларида шўрланиш даражаси ортиши билан оптик зичлик сезиларли даражада пасайган бўлса, Bt ЛМ 3 штамми 15% ли туз концентрациясида бутунлай ингибирланди ва ўсиш кузатилмади.

Тўпламда 15 йил сақлашдан сўнг ўсимлик касалликларини қўзғатувчиларига қарши бактерияларнинг антагонистик фаоллигини аниқлаш натижалари 2-жадвалда келтирилган. Ушбу штаммларнинг фитопатоген замбуруғларга нисбатан таъсирини текшириш натижасида энг юқори антагонистик фаолликка эга бўлган штаммлар аниқланди. Хусусан, энг юқори антагонистик фаолликни *Bt* 70-5 штаммида турли фитопатоген замбуруғларга нисбатан 32±0,4 мм дан 35±2,7 мм гача ташкил этди. Шунингдек, *Bt* 62-5 штаммида 20±1,2 мм ва 30±1,5 мм диаметирда кузатилди (2-жадвал).

2-жадвал

***Bacillus thuringiensis* штаммларининг сақлашдан сўнг антагонистик фаоллиги**

№	Бактерия штаммлари	Антагонистик фаоллиги (ўсишни бостириш зонаси, мм)			
		Verticillium dahliae	*Fusarium oxysporum*	*Fusarium solani*	*Alternaria alternate*
1	*Bacillus thuringiensis* 70-5	30±1,9	32±0,4	35±2,7	28±0,5
2	*Bacillus thuringiensis* 62-5	30±1,5	20±1,2	22±1,9	0
3	*Bacillus thuringiensis ЛМ 3*	11±2,3	0	0,9±0,3	0
4	*Bacillus thuringiensis ЛМ 18*	15±1,4	0	0	10±0,3
5	*Bacillus thuringiensis ЛМ 24*	12±0,9	18±0,4	10±1,2	0

Bacillus thuringiensis бактерияларни сақлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, сақлашдан сўнг бактерия штаммлари ўзларининг дастлабки кўрсаткичларига нисбатан антибиотик фаоллигини қисман йўқотган.



Fusarium oxysporum *Fusarium solani* *Alternaria alternate*

Расм.3. *Bacillus thuringiensis* 70-5 штамининг антагонистик фаоллиги
(чапда - Bt ЛМ 18; ўнгда - Bt 70-5)

Олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, спора ҳосил қилувчи бактериялар штаммларининг антагонистик фаоллиги муайян фитопатоген турига боғлиқ равишда сезиларли даражада фарқ қилади. Масалан, *Bacillus thuringiensis* 70-5 штамми сақлашдан кейинги антибиотик фаоллиги *Verticillium dahliae, Fusarium oxysporum* ва *Fusarium solani* каби фитопатогенларга қарши юқори ингибитирловчи (ўсишни бостирувчи) таъсирини сақлаб қолган.

Хулоса қилиб айтганда узоқ муддатли сақлаш усулларида (лиофил қуритиш, минерал мойи остида, спора шаклида) *Bacillus thuringiensis штаммларининг айрим хусусиятлари барқарорлиги аниқланди. Сақлаш усулларида морфологик-культурал ҳамда физиологик, биокимвий белгилари сақланиб қолганлиги аниқланди.* Тадқиқот натижалари ушбу консервация усули (қайси усули) ҳужайраларнинг юқори ҳаётчанлигини ва ўзига хос (специфик) хусусиятлари фенотипик барқарорлигини таъминлашини кўрсатди. Бироқ, сақлаш жараёнида штаммларнинг дастлабки антагонистик потенциали қисман сусайиши (тўлиқ сақланмаслиги) қайд этилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Штерншис М.В. и др. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений //Новосибирск.: Издательство сибирского отделения Российской Академии наук.–2016.–284 с. – 2016.

2. Гуреева М.В., Грабович М. Ю. Экология микроорганизмов //Воронеж: Издательский дом ВГУ. – 2021. – С. 104-106.

3. Khalilov I.M., Bababekov Q., Abdullayev A.K., Usmonkulova A., Qalandarova M., Alamuratov R., Boboqulov M., Aliyev Z. Illustration of polyfunctional properties of insecticidal strains of Bacillus thuringiensis// International Journal of Membrane Science and Technology, 2023, Vol. 10, No. 2, pp 2359-2367.

4. Хужамшукуров Н.А. (2016) Влияние биопрепарата antibac_uz на хлопковую совку (helicoverpa armigera hb.) хлопчатника в условиях узбекистана// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. N12 (146). С.18-25.

5. Belyaev F.F., Pospelova N.P., Lelyak F.F., Shternshis M., Shpatova T. The use of Bacillus spp. Strains for biocontrol of Ramularia leaf spot on strawberry and improving plant health in Western Siberia. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2016, 7(1): 1594-1606.

6. Donmez V.F., Uysal B.D., Erkol E.F., Sezai C.R. Biological control of root rot disease caused by Rhizoctonia solani Kuhn on potato and bean using antagonist bacteria. Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus = Ogrodnictwo, 2015, 14(5): 29-40.

7. Haidar R., Deschamps A., Roudet J., Calvo-Garrido C., Bruez E., Rey P., Fermaud M. Multiorgan screening of efficient bacterial control agents against two major phathogen of grapevine. Biol. Control., 2016, 92: 55-65 (doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.09.003).

8. Kumar P., Dubey R.C., Mahshwari D.K. *Bacillus* strain isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phythopathogens. Microbiol. Res., 2012, 167(8): 493-499 (doi: 10.1016/j.micres.2012.05.002).

9. Senaratne W. M. T. N., Jayaweera J. A. A. S. Comparison of microbial preservation methods: A narrative review //Germs. – 2024. – Т. 14. – №. 4. – С. 375.

10. Prakash, O.; Nimonkar, Y.; Desai, D. A recent overview of microbes and microbiome preservation. *Indian J Microbiol.* 2020, *60*, 297–309.

11. Júnior, L.L.Z.; Lopes, A.D.; Cordeiro, F.A.; et al. Cryopreservation at −75°C of *Agaricus subrufescens* on wheat grains with sucrose. *Brazilian J Microbiol.* 2018, *49*, 370–377.

12. Куплетская М. Б., Нетрусов А. И. Жизнеспособность лиофилизированных микроорганизмов после 50 лет хранения. // Микробиология. 2011. Том 80. № 6. С. 842.

13. Практикум по микробиологии // под ред. А.Н.Нетрусова, М. «Академия» 2005г. 600с.

14. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М: Изд. МГУ, 2003. 104с

УЎК 581.143:577.1

UNGERNIA VICTORIS ВА *UNGERNIA SEWERZOWII* (AMARYLLIDACEAE J.ST.-HIL.) ТУРЛАРИНИНГ ТАБИИЙ ЎСИМЛИКЛАРИ, *IN VITRO* ШАРОИТИДА РЕГЕНЕРАЦИЯ ҚИЛИНГАН ТЎҚИМАЛАРИ ҲАМДА КАЛЛУС КУЛЬТУРАЛАРИНИНГ АНТИОКСИДАНТ САЛОҲИЯТИНИ ҚИЁСИЙ БАҲОЛАШ

Ҳ.К.Жўраева, кич.и.х., ЎзРФА Ботаника институти ҳузуридаги академик Ф.Н. Русанов номидаги Тошкент Ботаника боғи, Тошкент

Ф.У.Мустафина, б.ф.н., ЎзРФА Ботаника институти ҳузуридаги академик Ф.Н. Русанов номидаги Тошкент Ботаника боғи, Тошкент

Аннотация. *Сўнгги ўн йилликларда антиоксидант бирикмаларнинг табиий манбаларига қизиқиш сезиларли даражада ортди, бу эса уларнинг оксидловчи стресс билан боғлиқ касалликларнинг олдини олиш ва даволашдаги муҳим аҳамияти билан изоҳланади. Антиоксидантлар ҳужайраларни оксидловчи шикастланишдан ҳимоя қилишда муҳим аҳамиятга эга. Айниқса, мия касалликларининг профилактикаси ва давосида антиоксидантлардан фойдаланиш илмий жамоатчиликда катта қизиқиш уйғотмоқда. Ушбу тадқиқотнинг мақсади Ungernia Bunge туркумига мансуб икки тур — Ungernia victoris ва Ungernia sewerzowii (Amaryllidaceae J.St.-Hil.) нинг турли хил ўсимлик материалларида антиоксидант фаолликни қиёсий ўрганишдан иборат.*

Калит сўзлар: *U. victoris, U. sewerzowii, Amaryllidaceae, антиоксидант активлик, DPPH, ABTS, in vitro, ўсимлик тўқималари культураси.*

Аннотация. *В последние десятилетия значительно возрос интерес к природным источникам антиоксидантных соединений, что обусловлено их важной ролью в профилактике и лечении заболеваний, связанных с окислительным стрессом. Антиоксиданты играют ключевую роль в защите клеток от окислительного повреждения. Особый интерес научного сообщества вызывает применение антиоксидантов для профилактики и терапии заболеваний головного мозга. Целью настоящего исследования являлось сравнительное изучение антиоксидантной активности различных растительных материалов двух видов рода Ungernia Bunge — U. victoris и U. sewerzowii (Amaryllidaceae J.St.-Hil.).*

Ключевые слова: *U. victoris, U. sewerzowii, Amaryllidaceae, антиоксидантная активность, DPPH, ABTS, in vitro, культура тканей.*

Abstract. *In recent decades, interest in natural sources of antioxidant compounds has increased significantly due to their important role in the prevention and treatment of diseases associated with oxidative stress. Antioxidants play a crucial role in protecting cells against oxidative damage. In particular, the use of antioxidants for the prevention and treatment of brain diseases has attracted considerable attention from the scientific community. The aim of the present study was to comparatively evaluate the antioxidant activity of different plant materials obtained from two species of the genus Ungernia Bunge — U. victoris and U. sewerzowii (Amaryllidaceae J.St.-Hil.).*

Key words: *U. victoris, U. sewerzowii, Amaryllidaceae, antioxidant activity, DPPH, ABTS, in vitro, plant tissue culture.*

Сўнгги ўн йилликларда антиоксидант бирикмаларнинг табиий манбаларига қизиқиш сезиларли даражада ортди. Антиоксидантлар ҳужайраларни оксидловчи шикастланишдан ҳимоя қилишда муҳим аҳамиятга эга. Айниқса, мия касалликларининг профилактикаси ва давосида антиоксидантлардан фойдаланиш илмий жамоатчиликда катта қизиқиш уйғотмоқда. Тадқиқотлар ушбу бирикмалар нерв ҳужайраларини оксидловчи шикастланишдан ҳимоя қилиши ва яллиғланиш жараёнларини камайтириши мумкинлигини кўрсатади [1, 2]. Кўплаб доривор ўсимликлар фенол бирикмалар, флавоноидлар, алкалоидлар ва терпеноидлар каби турли иккиламчи метаболитларни сақлайди, улар эса кучли антиоксидант хусусиятларга эга. Шу боис доривор ўсимликлар антиоксидант бирикмаларнинг осон топиладиган ва самарали манбаи сифатида қаралмоқда [3, 4]. Масалан, *U. victoris* таркибида галантамин, ликорин, тазеттин ва бошқа алкалоидлар аниқланган. Галантамин Альцгеймер касаллигини даволашда ацетилхолинэстераза ингибитори сифатида кенг қўлланилади [5, 6]. *U. sewerzowii* таркибида эса ликорин, панкратинин, галантамин ва бошқа биологик фаол бирикмалар мавжуд бўлиб, улар тиббиётда муҳим аҳамиятга эга [7]. Шунга қарамай, *Ungernia* туркуми ўсимликларининг антиоксидант фаоллиги ҳақидаги маълумотлар ҳали ҳам чекланган. Аксарият тадқиқотлар асосан алкалоид таркибини ўрганишга қаратилган бўлиб, турли хил ўсимлик материалларининг антиоксидант активлиги кам ўрганилган [8, 9].

Кимёвий таҳлил учун материал тайёрлаш. Тадқиқотлар учун *U. victoris* ва *U. sewerzowii* турларининг турли хил ўсимлик материаллари, жумладан табиий популяциялардан йиғилган ўсимликлар, Ботаника боғи шароитида етиштирилган ўсимликлар, *in vitro* тўқима культураси усули билан олинган регенерантлар, каллус культуралари ва уруғлардан фойдаланилди. Йиғилган ўсимлик материали дастлаб механик аралашмалар дан тозаланди, сўнгра яхши шамоллатиладиган хонада хона ҳароратида доимий массагача қуритилди. Қуритилган намуналар лаборатория тегирмони ёрдамида бир хил кукунсимон ҳолатга келгунча майдаланди.

DPPH radical scavenging assay

Ўсимлик экстрактларининг антиоксидант фаоллиги DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) барқарор эркин радикалини тиклаш усули билан Brand-Williams ва ҳаммуаллифлар (1995) усулига мувофиқ, кичик модификациялар билан аниқланди.

DPPH эритмаси реагентни метанолда 0,1 mM концентрациягача эритиш орқали тайёрланди. 1 мл DPPH эритмасига турли концентрациядаги текширилаётган ўсимлик экстрактидан 1 мл қўшилди. Ҳосил бўлган реакцион аралашма яхшилаб аралаштирилди ва хона ҳароратида қоронғида 30 дақиқа давомида инкубация қилинди. Инкубация тугагандан сўнг эритманинг оптик зичлиги 517 nm тўлқин узунлигида УФ-кўринадиган спектрофотометр ёрдамида ўлчанди. Эритма ранги интенсивлигининг пасайиши ўрганилаётган намуналарнинг DPPH эркин радикалларини нейтраллаш қобилиятини кўрсатди. Антиоксидант фаоллик IC_{50} қиймати кўринишида ифодаланди, яъни эркин радикалларнинг 50 % ини ингибирлаш учун зарур бўлган экстракт концентрацияси сифатида аниқланди. Мусбат назорат сифатида аскорбин кислотаси қўлланилди. Барча ўлчашлар уч такрорда бажарилди.

ABTS radical scavenging assay

Антиоксидант фаоллик, шунингдек, ABTS радикал катионини (2,2′-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфон кислота)) рангсизлантириш усули билан Re ва ҳаммуаллифлар (1999) усулига мувофиқ аниқланди.

ABTS радикал катиони эритмаси 7 mM ABTS эритмасини 2,45 mM калий персульфати эритмаси билан аралаштириш орқали тайёрланди. Антиоксидант фаоллик IC_{50} қиймати орқали ифодаланди, яъни ABTS радикалларининг 50 % ини босиш учун зарур бўлган экстракт концентрацияси сифатида аниқланди. Барча экспериментлар учта мустақил такрорда ўтказилди.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси

Ungernia victoris* нинг турли хил ўсимлик материалларида антиоксидант фаоллиги:** *U. victoris* нинг табиий ва Ботаника боғи шароитида етиштирилган ўсимликлари ҳамда каллус культуралари антиоксидант фаоллик даражаси бўйича сезиларли фарқ қилди. Табиий популяциялар орасида энг юқори антиоксидант фаоллик Nilu (UV_2) ҳудудидан йиғилган намуналарда аниқланди. Ушбу намуна учун DPPH тестида IC50 қиймати 1367,95 μg/mL ни, ABTS тестида эса 533,82 μg/mL ни ташкил этди. Табиий намуналар орасида энг паст антиоксидант фаоллик Sangardak (UV_1) популяциясидан олинган материалда қайд этилди, бу ерда DPPH учун IC50 қиймати 2397,77 μg/mL гача етган, бу ушбу намунада антиоксидант бирикмалар концентрацияси нисбатан паст эканлигини кўрсатади. Бундай фарқлар ўсимликларнинг ўсишидаги экологик шароитлар, жумладан денгиз сатҳидан баландлик, ёритилганлик, ҳарорат режими ва тупроқ таркиби билан боғлиқ бўлиши мумкин. *In vitro* шароитида етиштирилган ўсимликларни таҳлил қилишда қизиқарли натижалар олинди. Sovuqbuloq популяциясидан олинган UV_5 намунаси учун DPPH бўйича IC50 қиймати 1542,79 μg/mL ни ташкил этди, бу худди шу популяциянинг табиий намуналарига нисбатан бироз паст фаолликни кўрсатди. Бу тўқима культураси шароитида метаболик жараёнлар ўзгариши билан боғлиқ бўлиши мумкин, чунки бундай шароитда иккиламчи метаболитлар синтези кўпинча табиий ўсимликлардагига нисбатан фарқ қилади. *In vitro* шароитида олинган пиёзбошлар анча юқори IC50 қийматлари билан тавсифланди, бу эса антиоксидант фаоллик пастроқ эканлигидан далолат беради. Масалан, UV_2_B намунаси учун DPPH бўйича IC50 қиймати 8989,00 μg/mL ни ташкил қилди, бу ўсимликларнинг ер усти органлари кўрсаткичларидан анча юқори. Бу ўсимликларнинг вегетатив органларида кўпроқ фенол бирикмалар ва бошқа антиоксидант компонентлар бўлиши ҳақидаги маълум маълумотларни тасдиқлайди. Каллус культуралари бўйича олинган натижалар табиий ўсимликларга қараганда сезиларли даражада юқори антиоксидант фаолликни намоён қилди. Масалан, UV1_V56 намунаси DPPH бўйича IC50 = 782,59 μg/mL қиймати билан тавсифланди, бу эса барча ўрганилган намуналар орасидаги энг паст кўрсаткичлардан биридир. ABTS тестида ҳам ниҳоятда паст IC50 қийматлари, хусусан 1,84 μg/mL кузатилди, бу каллус тўқималарининг эркин радикалларни нейтраллаш қобилияти юқори эканлигини кўрсатади. Тадқиқот натижалари ***U. victoris нинг каллус культуралари антиоксидант бирикмаларнинг истиқболли манбаи бўлиши мумкинлигини, эҳтимол, тўқима культураси шароитида иккиламчи метаболизмнинг биосинтетик жараёнлари фаоллашиши туфайли эканлигини кўрсатади.

***U. sewerzowii* нинг турли хил ўсимлик материалларининг антиоксидант фаоллиги:** ушбу таҳлил ҳам келиб чиқиши турлича бўлган намуналар ўртасида катта фарқлар мавжудлигини кўрсатди. Ушбу тур *U. victoris* га қараганда юқорироқ антиоксидант фаолликни намоён қилди, бу эса IC50 қийматларининг пастроқ бўлиши билан тасдиқланади. Табиий популяциялар орасида энг яққол антиоксидант фаоллик Beldersay (US_4) ҳудудидан олинган намуналарда қайд этилди. Юқори антиоксидант фаоллик Aksarsay (US_3) популяциясидан олинган намуналарда ҳам кузатилди. Шу билан бирга, Gulkamsay популяциясидан олинган намуналар бироз юқорироқ IC50 қийматларини кўрсатди, бу нисбатан паст антиоксидант салоҳиятдан далолат беради. *In vitro* культура усули билан олинган ўсимликлар ўртача антиоксидант фаолликни кўрсатди. Каллус культуралари *U. victoris* даги каби, антиоксидант фаолликнинг кенг диапазонидаги қийматларни кўрсатди. Уларнинг айримлари етарлича юқори фаоллик билан тавсифланди. Масалан, US3_VK1.0 (10.04) намунаси DPPH бўйича

857,65 μg/mL ва ABTS бўйича ниҳоятда паст — 0,42 μg/mL IC50 қийматларига эга бўлиб, эркин радикалларни нейтраллаш қобилияти жуда юқори эканлигини кўрсатди.

Икки турнинг антиоксидант фаоллигини қиёсий таҳлил қилиш. Натижаларнинг қиёсий таҳлили *U. sewerzowii U. victoris* га нисбатан юқорироқ антиоксидант фаолликка эга эканлигини кўрсатди. Бу аксарият ўрганилган намуналар учун DPPH ва ABTS тестларида олинган IC50 қийматларининг пастроқ бўлишида намоён бўлди. Олинган маълумотлар *Ungernia* туркуми ўсимликларининг антиоксидант фаоллиги географик келиб чиқиш, ўсимлик материали тури ва етиштириш шароитига қараб сезиларли даражада ўзгариши мумкинлигини тасдиқлайди. Антиоксидант бирикмалар нинг айниқса истиқболли манбалари сифатида айрим ҳолларда табиий ўсимликларга нисбатан юқорироқ фаолликни намоён қилган каллус культуралари белгиланди. Тадқиқот натижалари *U. victoris* ва *U. sewerzowii* турларининг юқори биокимёвий салоҳиятга эга эканлигидан далолат беради ва антиоксидант бирикмалар олишда ўсимлик тўқима культураси усулларидан фойдаланиш истиқболли эканлигини тасдиқлайди.

Мазкур иш IL-8624042533-сонли шартнома асосида амалга оширилаётган "*Ungernia victoris* Vved. ex Artjush. *in vitro* тўқима культураси ва регенерант ўсимликлари (микропиёзчалар) таркибидаги биологик фаол моддаларни фармацевтика эҳтиёжлари учун олиш" инновацион лойиҳаси ҳамда ЎзРФА Ботаника институти ҳузуридаги академик Ф.Н. Русанов номидаги Ботаника боғи Биотехнология лабораторияси томонидан 2025–2029 йилларда амалга ошириладиган «Инновацион биотехнология усулларидан фойдаланган ҳолда Тошкент Ботаника боғи i*n vitro* коллекциясини яратиш ва рақамли ҳужжатлаштириш» давлат дастури доирасида бажарилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Lee, K.H.; Cha, M.; Lee, B.H. Neuroprotective Effect of Antioxidants in the Brain. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 7152. https://doi.org/10.3390/ijms21197152

2. Lalkovičová, Maria,*; Danielisová, Viera. Neuroprotection and antioxidants. Neural Regeneration Research 11(6):p 865-874, June 2016. | DOI: 10.4103/1673-5374.184447

3. Bhatt, I.D., Rawat, S., Rawal, R.S. (2013). Antioxidants in Medicinal Plants. In: Chandra, S., LATA, H., Varma, A. (eds) Biotechnology for Medicinal Plants. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29974-2_13

4. Akhondzadeh S, Noroozian M, Mohammadi M, Ohadinia S (2003) *Melissa officinalis* extract in the treatment of patients with mild to moderate Alzheimer's disease: a double-blind, randomised, placebo controlled trial. J Neurol Neurosurg Psychiatr 74:863–866

5. Maelicke, A., Samochocki, M., Jostock, R., Fehrenbacher, A., Ludwig, J., Albuquerque, E. X., & Zerlin, M. (2001). Allosteric sensitization of nicotinic acetylcholine receptors by galantamine. Biological Psychiatry, 26, 279–288.

6. Heinrich, M., & Teoh, H. L. (2004). Galanthamine from snowdrop—The development of a modern drug against Alzheimer's disease from local Caucasian knowledge. Journal of Ethnopharmacology, 92, 147–162.

7. Sminova LS, Abduazimov XA, Yunusov SY. About alkaloids of *Ungernia severtzovii*. The structure of unsevin. Reports of the ASc UzSSR, 1964;154(1):171–173. (In Russ.)

8. Ramachandra Rao S., Ravishankar G.A. (2002). Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advances, 20(2), 101–153. DOI: https://doi.org/10.1016/S0734-9750(02)00007-1

9. Berkov S., Bastida J., Viladomat F., Codina C. (2009). Alkaloid diversity in species of the Amaryllidaceae family. Phytochemistry Reviews, 8, 293–314. DOI: https://doi.org/10.1007/s11101-009-9121-2

УЎК: 616-056.5 /612.359+ 615.89

ТУРЛИ СТРЕСС ВА ГИПОДИНАМИЯ БИЛАН ЧАҚИРИЛГАН МЕТАБОЛИК СИНДРОМ ШАРОИТИДА КАЛАМУШЛАР ЖИГАРИДАГИ РЕАКТИВ ЎЗГАРИШЛАР, УЛАРНИ ҚОРА СЕДАНА МОЙИ БИЛАН ФИТОКОРРЕКЦИЯ ҚИЛИШ ҲАМДА ЖИСМОНИЙ ЮКЛАМАДАН КЕЙИНГИ МОРФОФУНКЦИОНАЛ ЎЗГАРИШЛАР

А.С. Илясов, б.ф.д., проф., Навоий инновациялар университети, Навоий
Н.Э. ДЖуманова, катта ўқитувчи, мустақил изланувчи, Қорақалпоқ давлат университети, Нукус
Б.Н.Тошмаматов, PhD, доц., Зармед университети Тиббиёт ва биоинженерия институти, Самарқанд

Аннотация. *Алкоголсиз ёғли жигар касаллиги (АЁЖК) семиришга хос бўлган патологик ҳолат бўлиб, у гепатоцитларда ёғ томчилари ортиқча тўпланиши билан намоён бўлади. Бу эса, ўз навбатида, жигар фаолиятини издан чикишига сабаб бўлади. Висцерал семиришни стандарт рационга ўтиш орқали тузатиш қон зардобининг биокимёвий кўрсаткичларини тўлиқ нормаллаштирди, бунда жисмоний юкламалар ушбу жараёнга қўшимча муҳим ҳисса қўшмади. Стандарт рационга қайтилганда жигарнинг гистоархитектоникаси қисман тикланди, аммо органда яллиғланиш инфильтрацияси сақланиб қолди. Стандарт рационни мўътадил жисмоний юкламалар билан биргаликда қўллашда эса жигар гистотузилмасининг янада яққол тикланиши ва органнинг фаол регенерацияси белгилари кузатилди. Шундай қилиб, ёғли гепатозни тузатишнинг энг самарали усули мувозанатлаштирилган рационга ўтишни мўътадил жисмоний юкламалар билан бирлаштириш ҳисобланади.*

Калит сўзлар: *каламушлар, юқори калорияли диета, ёғли гепатоз, жигар метаболизми, семиришни тузатиш, мувозанатлаштирилган овқатланиш, мўътадил жисмоний юкламалар.*

Аннотация. *В настоящем исследовании изучены морфофункциональные изменения печени крыс при метаболическом синдроме, вызванном сочетанным воздействием различных стрессовых факторов и гиподинамии, а также эффективность фитокоррекции с использованием масла черного тмина (Nigella sativa) и умеренной физической нагрузки. Эксперимент выполнен на крысах линии Wistar. Результаты морфологических и морфометрических исследований показали, что сочетание стандартного рациона, масла черного тмина и физических упражнений способствует выраженному восстановлению гистологической структуры печени, уменьшению воспалительных изменений и активации процессов регенерации. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности комплексного применения фитотерапии и физических нагрузок в коррекции поражений печени при метаболическом синдроме.*

Ключевые слова: *метаболический синдром, печень, масло черного тмина, Nigella sativa, фитокоррекция, гиподинамия, стресс, физическая нагрузка, крысы, морфофункциональные изменения.*

Abstract. *This study investigated the morphofunctional changes in the liver of rats with metabolic syndrome induced by combined exposure to different stress factors and hypodynamia, as well as the effectiveness of phytocorrection using Nigella sativa (black seed) oil together with moderate physical exercise. The experiment was conducted on Wistar rats. Morphological and morphometric analyses demonstrated that the combined application of a standard diet, Nigella sativa oil, and moderate physical activity significantly restored the histological architecture of the liver, reduced inflammatory changes, and enhanced regenerative processes. The findings indicate that phytotherapy combined with physical exercise is an effective strategy for correcting liver damage associated with metabolic syndrome.*

Key words: *metabolic syndrome, liver, Nigella sativa oil, black seed oil, phytocorrection, hypodynamia, stress, physical exercise, rats, morphofunctional changes.*

Кириш. Бугунги кунда аҳоли орасида ортиқча тана вазни ва семириш муаммоларига катта эътибор қаратилмоқда, чунки уларнинг ортиб бориши замонавий дунёда эпидемия тусини олмоқда[1]. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти *(ЖССТ)*нинг 2016 йилги маълумотларига кўра, Ер юзи катта ёшли аҳолисининг 39 %ида ортиқча тана вазни, 13 %ида эса семириш аниқланган ЖССТнинг 2022 йилги маълумотларига кўра, семириш МС, иккинчи тип қандли диабет, артериал гипертензия[2], атеросклероз, алкоголсиз ёғли жигар касаллиги *(АЁЖК)* ва бошқа касалликлар ривожланишининг хавф омили ҳисобланади.

Ортиқча вазн ва семиришнинг асосий сабаби мувозанатлаштирилмаган овқатланиш бўлиб, у таркибида тўйинган ёғ кислоталарига бой ҳайвон ёғлари ҳамда кўп миқдорда тозаланган, осон ҳазм бўладиган углеводлар мавжуд бўлади. Бундай парҳез жигарда метаболик ўзгаришларни келтириб чиқариб, унинг фаолияти бузилишига олиб келиши мумкин[3].

АЁЖК семиришга хос бўлган энг кенг тарқалган патологик ҳолатлардан бири бўлиб, жигар ҳужайралари (гепатоцитлар)да липид томчилари ортиқча тўпланиши билан тавсифланади[4]. Ҳозирги вақтда дунё бўйича АЁЖКнинг тарқалиши 25 %га етган бўлиб, 2030 йилга келиб ушбу ташхис қўйилган беморлар сони 33,5 %гача ошиши кутилмоқда[5].

Касаллик оғирлик даражасига қараб, АЁЖК турли хил гистопатологик кўринишларга эга: оддий стеатоз, алкоголсиз стеатогепатит, фиброз ва цирроз. Оддий жигар стеатози кўп ҳолларда яхши сифатли кечса, алкоголсиз стеатогепатит янада оғир босқичларга — фиброз ва циррозгача ривожланиши мумкин. Бу эса охир-оқибат жигар етишмовчилигига олиб келиб, радикал жарроҳлик даволаш усули — жигар трансплантациясини талаб қилади[6].

Касалликнинг ривожланишининг эрта босқичларида диета билан индукция қилинган кўплаб ўзгаришлар қайтар бўлиши мумкинлигини ҳисобга олган ҳолда, юқори калорияли диетанинг организмга, хусусан, жигарнинг морфофункционал ҳолатига таъсирини бартараф этишнинг эҳтимолий усулларини кўриб чиқиш зарур. Шубҳасиз, жигар метаболизмини меъёрлаштиришга фақат ортиқча калорияли овқатланишдан воз кечиб, калорияси меъёрий бўлган мувозанатлаштирилган рационга ўтиш орқали эришиш мумкин. Шунингдек, мўътадил жисмоний юкламалар соғломлаштирувчи таъсир кўрсатиши ва тана вазнининг камайишига ёрдам бериши маълум.

Бугунги кунда олимлар диққатини нафақат тана вазнини, балки жигар метаболизми ва семириш натижасида бузилган бошқа муҳим ҳаётий жараёнларни ҳам меъёрлаштиришга олиб келиши мумкин бўлган энг мақбул овқатланиш ва жисмоний машқ режимларини ишлаб чиқиш жалб этмоқда[7]. Шу муносабат билан жигар функциясининг тикланишини қуйидаги экспериментал ёндашувлар ҳиссасини баҳолаган ҳолда ўрганиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади: юқори калорияли овқатланишдан воз кечиб, стандарт мувозанатлаштирилган рационга ўтиш ва овқатланишнинг турли калорияли шароитида мўътадил жисмоний юкламаларни қўллаш.

Тадқиқотнинг мақсади – турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МС нинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида қора седана мойи билан фито коррекция ва жисмоний машқдан кейинги кузатиладиган морфофункционал ўзгаришлар таҳлили ўрганиш.

Тадқиқот материаллари ва усуллари. Тажриба вояга етган Вистар каламушларида ўтказилди. Ҳайвонлар 3 ойлик ёшда тажрибага киритилди.

Овқатланиш хусусиятига қараб ҳайвонлар тасодифий равишда икки асосий гуруҳга ажратилди; Назорат «СтР» *(назорат)* гуруҳи 3 ойлик каламушларга 90 кун давомида яни 6 ойлик булганга кадар стандарт рацион билан озиқлантирилган назорат ҳайвонлар; Тажриба гурухи «СтР» ўсаётган, 3 ойлик каламушларга 60 кун давомида яни 5 ойлик булганга кадар «гиподинамия холатида ЮЁЮУР+шовкин ва ёруглик комплекс таъсир этилган хайвонларга 5 ойлигидан бошлаб «СтР» билан 30 кун давомида гиподинамия холатидан чикарилиб, қора седана мойи фитокоррекцияси билан югуриш кўринишидаги жисмоний юкламалар таъсири тахлил килинди.

I гуруҳ – назорат гуруҳи 6 ойлик (n=14) Ҳар бир 3 ойлик каламуш (n=14) стандарт лаборатория шароитларида, қатъий белгиланган ёруғлик режимида *(ёруғлик/қоронғилик* =

10:14 соат, ёруғлик 8:00 да ёқилиб, 18:00 да ўчирилиб) сақланди. Каламуш кунига 20 г аралаш ем истеъмол қилди: оқсиллар — 24%, ёғлар — 6%, углеводлар — 44% ҳамда тоза сув қабул қилди *(бир каламуш учун суткасига 66,0 ккал, Бирулина и бошқ., 2020).* ҳарорат (22±2) ºС, ҳаво намлиги 60–65%.

II гуруҳ тажриба – уч ойлик *(n=16)* каламушларни 60 кун давомида иммобилизацион стресс фонида кунига 6 г махсус тайёрланган гранулаланган ем берилди *(70% стандарт аралаш емга 30% чўчқа ёғи қўшилган ҳолда);* 6,8 г чўчқа ёғи, 3,6 г оқ қуруқ нон, 3,6 г кунгабоқар уруғи берилди. Бу гурух хайвонлар ҳар иккинчи кунда сув ўрнига тажрибадаги каламушлар 10% фруктоза *(Дена - бананли сок)* эритмасини қабул қилди (*бир каламуш учун суткасига 161,5 ккал).* Шу билан бирга каламушлар табиий ёруғлик ҳамда тунги вақтда 60 Вт қувватли чўғланма лампага тенг ёруғлик берадиган кундузги ёруғлик лампаси билан таъминланган сунъий ёруғликнинг биргаликдаги таъсирига дучор қилинди Шу гурух хайвонларга Стресс модели сенсор дезинтеграция усулида *(аудиоген таъсирлар шароитида).* Акустик таъсир махсус камерада 60 кун давомида ҳар куни 1 соатдан қўлланилди. Қуйидаги схема бўйича амалга оширилди: 1,5 дақиқа электр сирена *(110–115 дБ),* сўнгра 15 дақиқа «Keys ringing» — «калитлар жаранглаши» комплекс камбинацияланган таъсир кузатилиб, тажрибанинг 5 ойлигидан бошлаб 30 кун давомида махсус металл зонд орқали ошқозон ичига седана мойи *(nigella sativa)* юборилган Мўътадил жисмоний юкламалар тредмилда ҳафтасига 5 кун, эрталаб соат 9:00 дан 10:00 гача, оч қорингa, 15 м/мин тезликда 20 дақиқа югуриш кўринишида амалга оширилди [Wang R. et al., 2020] (n=16); Машғулотларнинг умумий давомийлиги 30 кунни ташкил қилди.

Морфологик тадқиқот усуллари. Морфологик таҳлил учун жигарнинг ўнг бўлагидан олинган тўқима бўлаклари криостатда тезкор музлатилди. Экспериментал материал музлатилгандан кейин HM 525 микротом-криостати (Microm, Германия) ёрдамида қалинлиги 4-6 мкм бўлган кетма-кет кесмалар тайёрланди. Криостат кесмалари ҳавода 2–5 дақиқа қуритилди, сўнгра совитилган 96 % этил спиртида фиксация қилинди.

Тўқима тузилишини ўрганиш учун кесмалар умум қабул қилинган усул бўйича гематоксилин-эозин билан бўялди. Гематоксилин-эозин билан бўяш энг кенг қўлланиладиган бўяш усули бўлиб, у барча ҳужайра элементлари ва айрим ҳужайрасиз тузилмаларни аниқлаш имконини беради. Ушбу икки каррали бўяшда гематоксилин (асосий бўёқ) ҳужайра ядроларини, эозин (кислотали бўёқ) эса ҳужайра цитоплазмасини ва камроқ даражада турли ҳужайрасиз тузилмаларни бўяйди.

Статистик таҳлил. Эксперимент натижалари Statistica 10.0 дастури ёрдамида қайта ишланди. Ўрганилган кўрсаткичларнинг тақсимланиши Шапиро–Уилк мезони бўйича текширилди. Маълумотлар нормал тақсимланган ҳолларда параметрик статистик усуллар қўлланилди: натижалар ўртача қиймат ± ўртача қийматнинг стандарт хатоси (M±SEM) кўринишида ифодаланди, гуруҳлар ўртасидаги статистик аҳамиятли фарқлар Стьюдентнинг t-мезони асосида баҳоланди. Статистик аҳамиятли фарқлар Манн–Уитнининг U-мезони бўйича ҳисобланди. $p \leq 0,05$ бўлганда натижалар статистик жиҳатдан ишончли деб қабул қилинди.

Тадқиқот натижалари ва мухокама. Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи и ва жисмоний машқ билан фито коррекция «ЮЁЮУР/СтР+югуриш+қора седана мойи» гуруҳида, яъни уч хил коррекцияловчи омил *(стандарт рацион, югуриш ва қора седана мойи)* қўлланилганда, макроскопик текширувда патологик ўзгаришлар аниқланмади: жигар юзаси силлиқ, бир хил тўқ қизил рангда, капсуласи юпқа ва шаффоф эди.

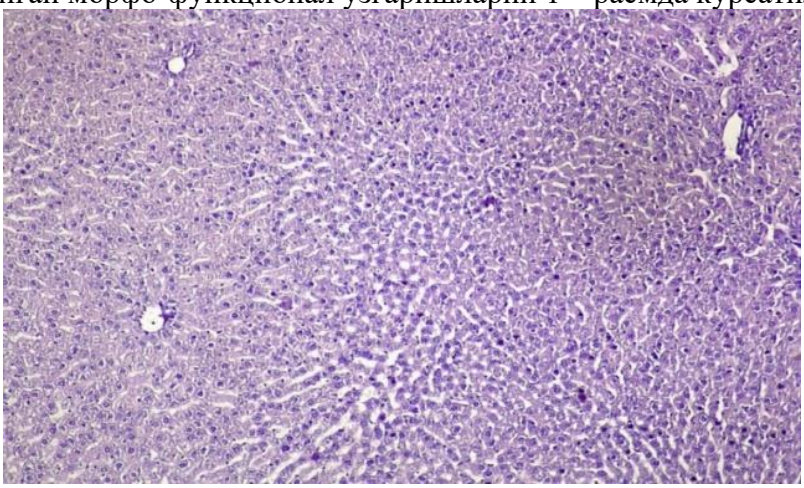
Микроскапияда жигар тўқимаси қонга тўлган ва ўртача зичликка эга бўлди. Морфологик текширувда жигарнинг умумий архитектоникасида ўзгаришлар аниқламади. Айрим соҳаларда синусоидлар кенгайган бўлиб, уларнинг радиал жойлашиши қузатилди. Гепатоцитлар кўпбурчак шаклида бўлиб, ядролари турли ўлчамда ва кариоплазмаси оч рангда эди.

Гематоксилин-эозин билан бўялганда гепатоцитлар цитоплазмаси донадор бўялиб, жигарнинг айрим соҳаларида цитоплазмаси вакуолизацияланган ҳужайралар аниқланди. Кўп ҳолларда икки ядроли гепатоцитлар учради.

Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги морфометрик кўрсаткичлар куйдагича: Бўлакчалараро артериянинг ички диаметри 13,0 дан 19,0 мкм гача, унинг девор қалинлиги 6,0 дан 8,0 мкм гача. Жигардаги синусоид капиллярлар ички диаметри 9,0 дан 13,0 мкм гача, синусоидлар девори қалинлиги 2,0 дан 4,0 мкм гача. Жигар бўлакчалараро ўт йўлларининг ички диаметри 4,0 дан 7,0 мкм гача, ўт йулларининг девор қалинлиги 2,0 дан 3,0 мкм га тенг.

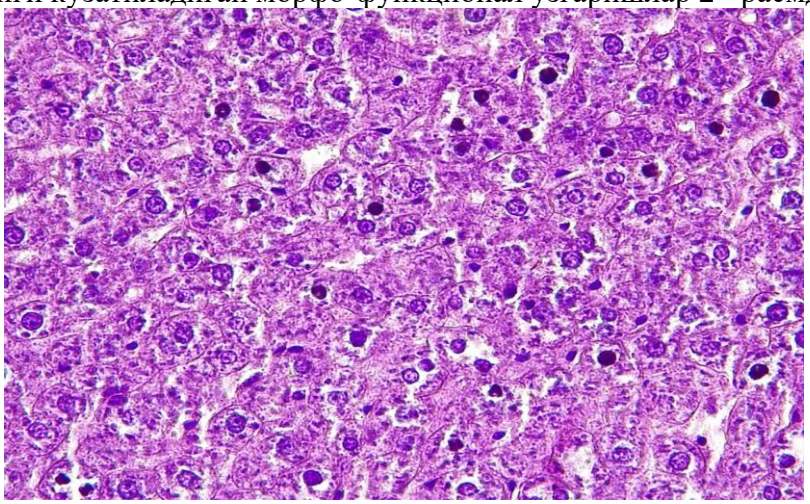
Марказий веналар ва портал йуллари, ўзгаришсиз шаклда эди. Марказий веналарда айрим жойларда қоннинг шаклли элементларининг оз миқдорда тўпланиши кузатилди. Якка ҳолларда марказий веналар бироз кенгайган. Паренхимада синусоидлар ва портал йўллари бўйлаб кучсиз диффуз ҳужайрали инфильтрат кузатилди.

Каламушлар жигаридаги марказий венанинг тузилишини турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги тасирида кузатиладиган морфо-функционал ўзгаришларни 1 – расмда курсатилган.



1 - расм. Каламушлар жигаридаги марказий венанинг тузилишини турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган морфо-функционал ўзгаришлар: 1. Синусоид капиллярлар. 3. Диссе бўшлиғи. 4. Гепатацит ҳужайралари. 5. Марказий вена. Гемотоксилин ва эозин бўёқ. Ок. 10 х об.20.

Кламушлар жигари паренхимасининг тузилишини турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида хамда қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган морфо-функционал ўзгаришлар 2 - расмда кўрсатилган.



2 - расм. Каламушлар жигари паринхимасининг тузилишини турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида хамда қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган морфо-функционал ўзгаришлар: 1. марказий вена. 2. Синусоид капиллярлар. 3. Глиссон капсуласи. 4. Гепатацит ҳужайралари. Гемотоксилин ва эозин бўёқ. Ок. 10 х об.40.

Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги жигарнинг марказий вена қон томирининг ички диаметри 58,0 дан 69,0 мкм гача, унинг девори қалинлиги 6,0–9,0 мкм гача. Бўлакчалараро венанинг диаметри 31,0 дан 37,0 мкм гача, унинг томир деворининг қалинлиги 3,0 дан 5,0 мкм гача.

А.А. Басалай[9] фикрича тажрибада ўртача жисмоний юкламалар юкори каллорияли диета билан чақирилган жигарнинг биокимёвий ва морфофункционал кўрсаткичларини кескин даражада мейёрлаштирмаган.

жадвал

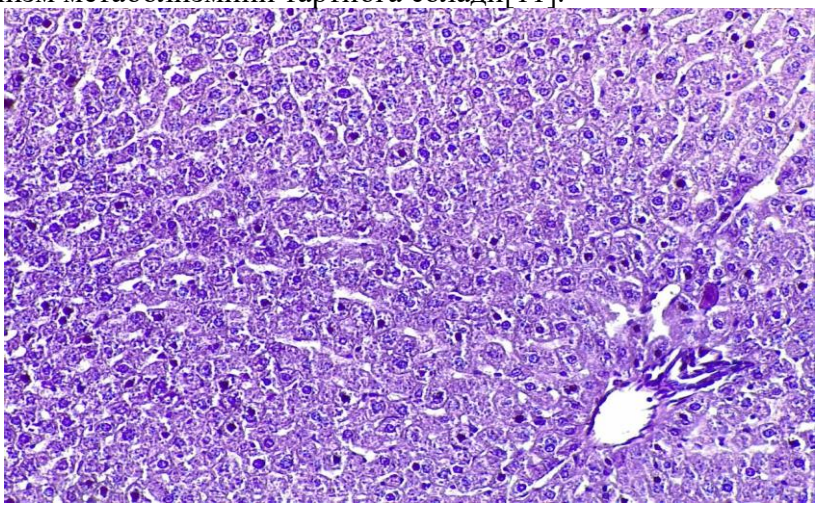
Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги морфометрик кўрсаткичлар

(M±m)

№	тажриба тури / кўрсаткичлар		Назорат «СтР»	Тажриба
1	марказий вена	ички диаметр	61,1±0,87	62,3±1,01
		девор қалинлиги	7,56±0,26	7,22±0,28
2	бўлакларaро вена	ички диаметр	31,5±0,78	33,7±0,55
		девор қалинлиги	4,00±0,17	3,89±0,18
3	бўлакларaро артерия	ички диаметр	14,6±0,52	15,4±0,55
		девор қалинлиги	7,06±0,17	7,50±0,18
4	синусоид капилляр	ички диаметр	11,3±0,35	11,4±0,37
		девор қалинлиги	3,19±0,17	3,00±0,18
5	ўт йўллари	ички диаметр	4,94±0,17	5,33±0,28
		девор қалинлиги	2,63±0,09	2,72±0,09

Изоҳ: «СтР» -стандарт рацион* p < 0,05 — «назорат гуруҳига нисбатан ишончли (статистик жиҳатдан аҳамиятли) фарқлар»

Mahalakshmi B. et al.,[10] такидлашича ўртача жисмоний фаоллик асаб толалар сезувчанликни оширади марказий ва вегетатив асаб тизимининг фаолиятини узайтириб, синаптик пластиклик, нейрогенез, ангиогенез ва аутофагия каби кўплаб жараёнларни, шунингдек асаб тизимида янги микроконтомирларининг ўсишини рағбатлантиради**.** Маълумки, жисмоний машқлар вақтида скелет мушакларининг қисқариши гуморал омилларни ажратиб чиқаради, улар бошқа мушак бўлмаган органлар билан ўзаро таъсир орқали бутун организм метаболизмини тартибга солади[11].

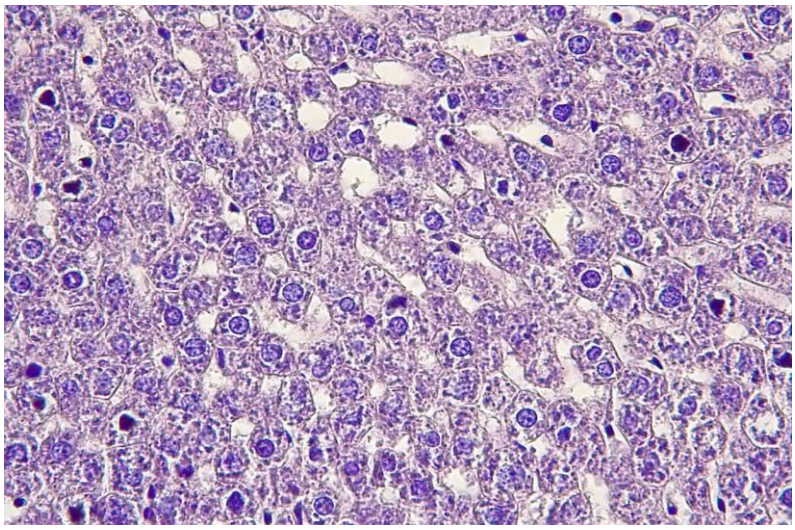


3 - расм. Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСда каламушлар жигарида қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган морфо-функционал ўзгаришлар: 1. Синусоид капиллярлар. 3. Диссе бўшлиғи. 4. Гепатацит ҳужайралари. 5. Марказий вена. Гемотоксилин ва эозин бўёқ. Ок. 10 х об.20.

Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги морфометрик кўрсаткичлар жадвалда курсатилган. Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСда каламушлар жигарида қора седана мойи ва жисмоний машқ

билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган морфо функционал ўзгаришларни 3 – расмда курсатилган.

Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган ўзгаришларни қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекция «ЮЁЮУД/СтД+югуриш+қора седана мойи» гуруҳида АЁЖК ривожланишининг олдини олиш тана вазни ва деполанган ёғ массасининг нормаллашуви ҳисобига, яъни юқори интенсивликдаги ва 30 кун давом этувчи жисмоний юкламалар таъсирида таъминланди. Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСда каламушлар жигарида қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган структуравий ўзгаришлар 4 – расмда курсатилган.



4 - расм. Турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСда каламушлар жигарида қора седана мойи ва жисмоний машқ билан фито коррекциядан кейинги кузатиладиган структуравий ўзгаришлар: 1. Диссе бўшлиғи. 2. Синусоид капиллярлар. 3. Гепатоцит ҳужайралари. Гематоксилин ва эозин бўёқ. Ок. 10 х об.40.

Жисмоний машқлар турли стресс ва гиподинамия билан кечувчи МСнинг комплекс таъсирида каламушлар жигарида кузатиладиган шикастланишларида морфологик ва оксидловчи кўрсаткичларни яхшилади ҳамда тана вазнининг нормаллашишига олиб келди. Эҳтимол, семиришнинг ривожланишига тўсқинлик қилувчи юқори интенсивликдаги ва 30 муддатли жисмоний машқлар ЮЁЮУД/СтД+югуриш+қора седана мойи шароитида жигарнинг морфофункционал кўрсаткичларини нормаллаштиришда самарали ҳисобланади.

Бу таъсирни мувозанатлашган овқатланишга ўтиш билан таққослаш мумкин, чунки ҳар икки ҳолатда ҳам организмнинг оптимал энергетик мувозанати таъминланади. ЮЁЮУД дан стандарт диетага ўтилгандан кейин ўтказилган тажрибаларда қоннинг биокимёвий кўрсаткичлари деярли тўлиқ нормаллашгани ва жигар архитектоникаси сезиларли даражада тикланган, бироқ аъзода яллиғланиш инфильтрацияси белгилари сақланиб қолгани кузатилди.

Тажрибаларда аниқланган муҳим жиҳатлардан бири кўп сонли икки ядроли гепатоцитларнинг мавжудлиги бўлиб, бу стандарт диетага ўтиш ва тредмилда югуриш билан биргаликда жигар паренхимасининг фаол регенерация жараёни кечаётганлигидан далолат беради.

Шундай қилиб, узоқ муддатли *(90 кун)* ЮЁЮУР каламушларида ёғли гепатоз ривожланишига олиб келди, факатгина жисмоний юклама ва рационни ўзгартирмасдан туриб унинг олдини олинмайди факатгина морфо–функционал хусусиятларини қисман қайта тиклайди.

«ЮЁЮУР/СтР+югуриш+қора седана мойи» тажрибасида каламушлар жигарининг умумий архитектоникаси нисбатан тикланди. Стандарт рацион жисмоний юкламалар билан уйғунлаштириш каламушлар жигарининг морфо-физиологик хусусиятларини сезиларли даражада тикланишига олиб келади. Жигар тикланишининг морфо-физиологик белгилари сифатида икки ядроли гепатоцитлар сонининг ортиши билан белгиланади[12].

Каламуш жигаридаги функцияларини меъёрлашувини баҳолаш мақсадида қуйидаги тажрибавий ёндашувларни ўрганиш мақсадга мувофиқдир: ЮЁЮУРли овқатланишдан воз кечиб, стандарт мувозанатлашган рационга ўтиш ҳамда СтР овқатланиш фонида ўртача жисмоний юкламаларни қўллаш билан қора седана мойи истемоли жигар гистоструктурасининг тикланишига сабаб бўлади.

Хулосалар

1. Каламушлар 30 кун давомида стандарт рацион фонида ўртача жисмоний юкламаларни қўллаш ва қора седана мойи истемоли билан жигарда кузатиладиган морфофункционал ўзгаришларни олди олинди.

2. Каламушлар 30 кун давомида стандарт рационга ўтиб, қора седана мойи юбориш ва ўртача жисмоний юклама билан бирга қўллаш жигар гистоструктурасининг тўлиқ тикланишига олиб келади. Жигар тикланишининг морфологик белгиси сифатида икки ядроли гепатоцитлар сонининг кўпайишида намоён булди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Sarwar R., Pierce N., Koppe S. Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: current perspectives. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 2018, vol. 11, pp. 533–542. https://doi.org/10.2147/DMSO.S146339

2. Parker R. The role of adipose tissue in fatty liver diseases. *Liver Research*, 2018, vol. 2, no. 1, pp. 35–42. https://doi.org/10.1016/j.livres.2018.02.002

3. Açıkel Elmas M., Atay N., Bingöl Özakpınar Ö., Arbak S., Kolgazi M., Şener G., Ercan F. Exercise high-fat-diet induced liver damage in rats' morphological evaluation of effects of exercise on high-fat-diet-induced liver damage in rats. *Turkish Journal of Gastroenterology*, 2020, vol. 31, no. 9, pp. 626–632. https://doi.org/10.5152/tjg.2020.19638

4. Liu Y., Zhong G.-C., Tan H.-Y., Hao F.-B., Hu J.-J. Nonalcoholic fatty liver disease and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 2019, vol. 9, no. 1, art. 11124. https://doi.org/10.1038/s41598-019-47687-3

5. Abdelmalek M. F. Nonalcoholic fatty liver disease: another leap forward. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 85–86. https://doi.org/10.1038/s41575-020-00406-0

6. Mahalakshmi B., Maurya N., Lee S.-D., Bharath Kumar V. Possible neuroprotective mechanisms of physical exercise in neurodegeneration. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, vol. 21, no. 16, art. 5895. https://doi.org/10.3390/ijms21165895

7. Kim S., Choi J. Y., Moon S., Park D. H., Kwak H. B., Kang J. H. Roles of myokines in exercise-induced improvement of neuropsychiatric function. *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology*, 2019, vol. 471, no. 3, pp. 491–505. https://doi.org/10.1007/s00424-019-02253-8

8. Басалай А.А. Морфофункциональное состояние печени крыс-самцов линии Вистар при диет-индуцированном ожирении и его коррекции// Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. мед. навук. – 2022. – Т. 19, № 3. – Б. 308–320. https://doi.org/10.29235/1814-6023-2022-19-3-308-320

9. [1]Ильясов А.С. ДЖуманова Н.Э. Модель жирового гепатоза крыс при высокожировой и высокоуглеводной диеты//"Экономика и социум" №12(139) 2025 121-131, стр

10. [2]Ильясов А.С. ДЖуманова Н.Э. Модель жирового гепатоза крыс при высокожировой и высокоуглеводной диеты // "Экономика и социум" №12(139) 2025. 121-131, стр.

11. Ильясов А.С. ДЖуманова Н.Э. Морфология печени крыс при высокожировой и высокоуглеводной питания //Fundamental fanlarning zamonaviy tibbiyot rivojiga qo'shgan hissasi" Respublika ilmiy-amaliy anjumanining materiallar to'plami, 2025-yil 25-26-mart 137.стр ttps://uzresearch1.uz/index.php/UC/issue/view/18

12. Djumanova N.E., Toshmamatov B.N. Structure of the aortic wall in rats in a diet-induced model of metabolic syndrome// European journal of modern medicine and practice Vol. 5 No. 2 (Feb - 2025) 234-237 https://inovatus.es/index.php/ejmmp/article/view/5210

УЎК 581.9(575.1)

СИРДАРЁ ВИЛОЯТИ ҲУДУДИДА ТАРҚАЛГАН *LACTUCA SERRIOLA* L. ТАБИИЙ РЕСУРСЛАРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ

Р.С.Исмоилов, талаба, Гулистон давлат университети, Гулистон

Аннотация. *Мақолада Сирдарё вилояти ҳудудида тарқалган Lactuca serriola L. турининг тарқалиши, популяцион тузилиши, биологик хусусиятлари ва табиий ресурсларининг замонавий ҳолати таҳлил қилинган. Турнинг вилоятнинг турли экотопларида учраши, популяция зичлиги, ёш таркиби ва ресурс захиралари баҳоланган. Тадқиқот натижалари мазкур турнинг антропоген таъсирларга нисбатан маълум даражада барқарор эканлигини кўрсатди. Шу билан бирга интенсив агроландшафтларда популяциялар сонининг*

камайиш тенденцияси кузатилди. Турнинг табиий ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш бўйича таклифлар берилган.

Калит сўзлар: *Lactuca serriola, популяция, табиий ресурслар, Сирдарё вилояти, флора, биоэкология.*

Аннотация. *В статье представлены результаты исследования современного состояния природных ресурсов Lactuca serriola L. в Сырдарьинской области. Изучены распространение вида, плотность популяций, возрастная структура и ресурсный потенциал. Установлено, что вид характеризуется высокой экологической пластичностью и способен сохранять устойчивость в условиях антропогенного воздействия. Разработаны рекомендации по рациональному использованию и охране природных ресурсов вида.*

Ключевые слова: *Lactuca serriola, популяция, природные ресурсы, Сырдарьинская область, биоэкология.*

Abstract. *The article presents the results of a study on the current state of natural resources of Lactuca serriola L. in the Syrdarya region. Distribution patterns, population density, age structure and resource potential were investigated. The species demonstrated high ecological plasticity and adaptability to various environmental conditions. Recommendations for sustainable use and conservation of natural populations are proposed.*

Key words: *Lactuca serriola, population, natural resources, Syrdarya region, bioecology.*

Кириш. Биологик хилма-хилликни сақлаш ва ресурсбоп ўсимликларнинг табиий захираларини баҳолаш бугунги кун ботаникасининг муҳим йўналишларидан бири ҳисобланади [3]. Ўзбекистон флораси таркибидаги кўплаб турлар халқ хўжалиги, озиқ-овқат, чорвачилик ва тиббиёт соҳаларида муҳим аҳамиятга эга [7].

Табиий ўсимликлар ресурслари биосферанинг муҳим таркибий қисми бўлиб, инсониятнинг турмуш даражаси ва хўжалик фаолиятида катта аҳамиятга эга. улар озиқ-овқат маҳсулотлари, доривор хомашё, ем-хашак ва турли саноат тармоқлари учун зарур бўлган хом ашё манбаи сифатида хизмат қилади, шунингдек экологик мувозанатни сақлашда ҳам муҳим рол ўйнайди. Шу сабабли табиий ўсимлик ресрусларини аниқлаш, уларнинг тарқалиши ареали, захиралари ва биологик ҳолатини ўрганиш ботаник ва ресурсшунослик соҳасининг долзарб илмий йўналишларидан бири ҳисобланади [2]. Ҳозииги кунда антропоген босимнинг ортиб бориши, иқлим ўзгариши ҳамда табиий экотизимларнинг дегедрацияси шароитида ўсимлик ресурсларини илмий асосда тадқиқ этиш, уларнинг муҳофаза қилиш ва улардан оқилона фойдаланиш зарурати янада ортиб бормоқда. Шу жиҳатдан ўсимлик ресурсларини аниқлаш ва баҳолаш биохилма-хилликни сақлаш ҳамда барқарор ривожланишни таъминлашнинг муҳим илмий-амалий асосларидан бири ҳисобланади [5].

Asteraceae оиласининг вакили бўлган Lactuca serriola L. Евроосиёнинг кенг ҳудудларида тарқалган бир ёки икки йиллик ўсимлик тури ҳисобланади. Унинг таркибида лактуцин, лактукопикрин, флавоноидлар, органик кислоталар ва бошқа биологик фаол бирикмалар мавжуд. Шу сабабли мазкур тур халқ табобатида қадимдан қўлланилиб келинган [4].

Сирдарё вилояти кескин континентал иқлим шароити, суғориладиган ерлар ва антропоген ландшафтларнинг устунлиги билан ажралиб туради [6]. Бу шароитларда Lactuca serriola L. кенг тарқалган бўлиб, унинг ресурс ҳолатини баҳолаш муҳим аҳамият касб этади [1].

Тадқиқотнинг мақсади Сирдарё вилояти ҳудудида тарқалган Lactuca serriola L. турининг тарқалиши, популяция ҳолати ва табиий ресурсларини баҳолашдан иборат.

Тадқиқот объекти ва методлари. *Lactuca serriola* L. ўсимлигининг баландлиги 80-100 см атрофида бўлади. Пояси ёлғиз, тик туксиз, барги, оқ ёки сарғиш, тепасида шохланган. Барглари муқобил, кулранг. Узунлиги 5-25 см эни 1,5-12 см, контури чўзинчоқ, тўғридан-тўғри, ўсимтасимон, тагида қулоқлари, четида майда тиканлари бор. Пастда, баргпластинкасининг ўрта қисм бўйлаб бир қатор қаттиқ сарғиш тиканлар жойлашган. Саватлар кичик, кўп гулли (6-20 гулли) апикал паникуляр тўпланган. Ташқи барглари

тухумсимон ёки учбурчак, ичкиси чизиқли найзасимон. Гулларининг ҳаммаси сарғиш, қуриганда кўк ранга айланади.

Тадқиқотлар 2024–2026 йилларда Сирдарё вилоятининг Гулистон, Боёвут, Мирзаобод, Сайхунобод, Оқолтин, Сардоба, Сирдарё ва Ховос туманларида амалга оширилди (1-расм).



1-расм. Тадқиқот олиб борилган ҳудуд

Дала тадқиқотлари маршрут-рекогносцировка ва стационар кузатув усуллари асосида олиб борилди. Популяцияларни баҳолашда 10×10 м ўлчамли ҳисоб майдончаларидан фойдаланилди. Ҳар бир майдонда индивидлар сони, зичлиги ва ёш таркиби ҳисобга олинди.

Ўсимликларнинг тур таркиби классик ботаник аниқлагичлар асосида аниқланди. Биомасса ва ресурс кўрсаткичлари геоботаник ҳамда статистик усуллар орқали баҳоланди.

Олинган натижалар ва уларнинг таҳлили. Тадқиқотлар давомида Lactuca serriola L. вилоятнинг барча ўрганилган ҳудудларида учраши аниқланди. Тур асосан ариқлар бўйида, коллектор-дренаж тармоқлари атрофида, ташландиқ ерларда, темир йўл ва автомобиль йўллари четларида тарқалган.

Тадқиқотларимиз давомида Lactuca serriola ўсимлигининг ўрганилаётган ҳудудларда популяциялар зичлиги таҳлиллар амалга оширилди. Популяциялар зичлиги ҳар бир туман кесимида амалга оширилди. Популяциялар зичлиги бўйича олиб бориилган тадқиқот натижаларимиз қуйидаги жадвалда келтириб ўтилган (1-жадвал).

1-жадвал

Lactuca serriola ўсимликнинг популяциялар зичлиги

№	Туман	Ўртача зичлик (туп/100 м^2)
1	Гулистон	42,3±3,1
2	Боёвут	38,6±2,4
3	Мирзаобод	35,1±2,2
4	Сайхунобод	31,4±1,8
5	Оқолтин	29,8±2,0
6	Сардоба	26,5±1,7
7	Сирдарё	24,2±1,5
8	Ховос	21,7±1,3

Тадқиқотларимиз давомида Lactuca serriola ўсимлигида популяциялар зичлиги устида олиб борилган тадқиқотларимиз натижаси энг юқори кўрсаткичлар Гулистон (42,3±3,1) ва

Боёвут (38,6±2,4) туманлари ҳисобига тўғри келди. Популяциялар зичлигининг мазкур туманларда юқори чиқишига асосий сабаблардан бири ўсимлик ўсиш муҳити атрофига антропоген омилларнинг юқори бўлишидир (маданий ўсимликлар ўсадиган майдонларда Lactuca serriola ўсимлиги яхши ўсиб ривожланади) ва шу билан бирга мазкур ҳудудларда тупроқ намлиги ва суғориш тизимлари яхши ривожланганлиги билан изоҳланади. Энг паст кўрсакткич эса Ховос (21,7±1,3) тумани ҳисобига тўғри келди. Бунга асосий сабаблардан бир туманда тупроқ шўрланиши юқори эканлиги билан изоҳланади.

Lactuca serriola ўсимлигининг Сирдарё вилояти бўйича умумий ёш гуруҳлари ҳам амалга оширилди. Бунда генератив гуруҳга эга бўлган ўсимликлар бошқа ёш гуруҳига қараганда юқори чиқди (2-жадвал).

2-жадвал

Lactuca serriola ўсимлигининг ёш гуруҳлар

№	Ёш гуруҳи	Улуши %
1	Ювенил	17,4
2	Имматур	17,4
3	Виргинил	12,8
4	Генератив	52,6

Lactuca serriola популяциялар таркибида генератив индивидлар улушининг юқори бўлиши турнинг репродуктив фаоллиги юқори эканлигини кўрсатади.

Lactuca serriola ўсимлигининг вилоят бўйича ресурсларини баҳолашда тадқиқот майдонларида бир туп ўсимликнинг қуруқ массаси ўртача 95–180 г ни ташкил қилди. Ҳисоб-китобларга кўра эксплуатацион захиралар қуйидагича баҳоланди (3-жадвал).

3-жадвал

Lactuca serriola ўсимлигининг ресруслари

№	Кўрсаткич	Қиймат
1	Биологик захира	12,8 т/га
2	Эксплуатацион захира	10,2 т/га
3	Йиллик рухсат этилган йиғим	2,4 т/га

Тадқиқотлар давомида Сирдарё вилояти ҳудудида тарқалган **Lactuca serriola** L. популяцияларининг ресурс салоҳияти баҳоланди. Олинган натижаларга кўра, турнинг умумий биологик захираси 12,8 т/га ни ташкил қилди. Бу кўрсаткич мазкур турнинг вилоят ҳудудида етарли даражада тарқалганлигини ҳамда маҳаллий флора таркибида муайян ўрин эгаллашини кўрсатади.

Ҳисоб-китоблар натижасида эксплуатацион захира 10,2 т/га деб аниқланди. Эксплуатацион захира биологик захиранинг амалда йиғиб олиш мумкин бўлган қисмини ифодалайди ва ўсимлик популяцияларига жиддий зарар етказмаган ҳолда фойдаланиш имкониятини баҳолашда муҳим аҳамиятга эга. Эксплуатацион захиранинг юқори бўлиши турнинг табиий ресурсларидан маълум даражада хўжалик мақсадларида фойдаланиш имконияти мавжудлигини кўрсатади.

Шунингдек, популяцияларнинг табиий тикланиш хусусиятлари, ўсимликнинг ўсиш суръати ва захираларни сақлаб қолиш зарурияти ҳисобга олинган ҳолда йиллик рухсат этилган йиғим ҳажми 2,4 т/га этиб белгиланди. Мазкур кўрсаткич ресурслардан узоқ муддатли ва барқарор фойдаланишни таъминлашга хизмат қилади ҳамда популяцияларнинг келгуси йилларда ҳам сақланиб қолиши учун муҳим аҳамиятга эга.

Олинган маълумотлар Lactuca serriola L. нинг Сирдарё вилоятида етарли ресурс захирасига эга эканлигини кўрсатди. Бироқ қишлоқ хўжалиги фаолиятининг кенгайиши, ерлардан интенсив фойдаланиш ва антропоген таъсирларнинг ортиши келажакда тур популяцияларига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Шу сабабли турнинг табиий захираларини мунтазам мониторинг қилиш, популяциялар ҳолатини назорат қилиш ва ресурслардан илмий асосланган меъёрлар доирасида фойдаланиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Lactuca serriola L. нинг табиий ресурслари ҳозирги вақтда барқарор ҳолатда эканлигини кўрсатди. Мазкур турнинг биологик ва эксплуатацион захиралари келгусида унинг доривор, озуқабоп ва бошқа хўжалик аҳамиятига эга йўналишларда самарали фойдаланиш учун муҳим

илмий асос бўлиб хизмат қилади. Шу билан бирга, ресурсларни муҳофаза қилиш ва улардан оқилона фойдаланиш чора-тадбирларини ишлаб чиқиш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

Хулоса. Lactuca serriola L. Сирдарё вилоятининг барча асосий туманларида тарқалган кенг ареалли тур ҳисобланади. Турнинг асосий ўсиш жойлари ариқлар, зовурлар, ташландиқ ерлар ва агроландшафтлардан иборат. Популяцияларнинг ўртача зичлиги 21,7–42,3 туп/100 м² оралиғида ўзгариши аниқланди. Генератив индивидлар улуши 52,6 % ни ташкил қилиб, популяцияларнинг барқарор ҳолатда эканлигини кўрсатди. Турнинг эксплуатацион захираси ўртача 10,2 т/га ни ташкил қилди. Асосий хавф омиллари сифатида гербицидлар қўлланилиши, ерларнинг ўзлаштирилиши ва антропоген босим қайд этилди. Тур ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва мунтазам мониторинг ишларини ташкил этиш мақсадга мувофиқдир.

Шу билан бирга, олинган натижалар Сирдарё вилоятида мазкур турнинг табиий ресурсларидан оқилона фойдаланиш, уларнинг захираларини баҳолаш ва мониторингини ташкил этиш зарурлигини кўрсатди. Шунингдек, *Lactuca serriola* L. нинг биоэкологик хусусиятларини чуқурроқ ўрганиш ҳамда унинг доривор ва хўжалик аҳамиятидан самарали фойдаланиш бўйича илмий тадқиқотларни давом эттириш мақсадга мувофиқдир. Ушбу маълумотлар турнинг табиий ресурсларини муҳофаза қилиш ва улардан барқарор фойдаланиш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқиш учун муҳим аҳамият касб этади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Pratov U.P., Shamsiev A.I. Botanika. – Toshkent: O‘qituvchi, 2010. – 512 b.
2. Flora Uzbekistana. T. I–VI. – Tashkent: AN UzSSR, 1941–1962.
3. Takhtajan A. Flowering Plants. – Springer, 2009. – 871 p.
4. Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P.F. Plant Systematics. – Sinauer Associates, 2016. – 716 p.
5. Odilov O.O., Qurbonov R.M. O‘zbekistonning resursbop o‘simliklari. – Toshkent, 2020. – 284 b.
6. Qodirov U.Q. Dorivor o‘simliklar va ulardan foydalanish. – Toshkent, 2018. – 256 b.
7. Ahmed M., Khan M.A. Ecological characteristics of wild lettuce populations // Journal of Plant Research. – 2021. – Vol. 15(2). – P. 45–52.

UDC: 633.51:631.811.98:581.1:577.21

ҒЎЗА ЎСИШИ ВА РИВОЖЛАНИШИГА БИОСТИМУЛЯТОРЛАР ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ: ИНТЕГРАЛ ЁНДАШУВ

В.С.Камбурова, б.ф.д., илмий ишлар бўйича директор ўринбосари, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент
Н.Р.Рахматова, б.ф.н., лаборатория мудири, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент
И.Б.Салахутдинов, б.ф.н., лаборатория мудири, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент
Ф.С.Ражапов, катта илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент
Д.А.Мирзабаев, кичик илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент
Д.И.Тожибоева, кичик илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент
Е.Ф.Назарова, кичик илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент — кичик илмий ходим

Annotatsiya. *Sho‘rlanish stressi sug‘oriladigan va qurg‘oqchil hududlarda g‘o‘za yetishtirishni cheklovchi asosiy omillardan biridir. U unib chiqish, nihol rivojlanishi va hosildorlikka salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Biostimulyatorlar stressga chidamlilikni oshirishda istiqbolli ekologik vosita hisoblanadi, biroq ularning morfologik va transkripsion darajadagi integratsiyalashgan ta’siri yetarlicha o‘rganilmagan. Ushbu tadqiqot 150 mM NaCl sharoitida g‘o‘za nihollariga biostimulyatorlar ta’sirini morfologik va gen ekspressiyasi ma’lumotlarini birlashtirgan holda kompleks baholashga qaratilgan.*

Ikki g'o'za navi (Ishonch va Porloq-1) nazorat va sho'r stress sharoitida, turli biostimulyatorlar (Rhizocom-1 va boshqalar) bilan o'rganildi. Gormonal boshqaruv, antioksidant himoya, osmotik moslashuv va uglevod almashinuvi bilan bog'liq genlar korrelyatsiya, PCA, klasterlash, tarmoq va radar tahlillari orqali baholandi.

Natijalar gen–belgi o'rtasida yuqori darajada muvofiqlashgan tizim mavjudligini ko'rsatdi, bunda ildiz uzunligi gen ekspressiyasi bilan poyaga nisbatan kuchliroq bog'liq bo'ldi. Asosiy genlar Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3 va Gh_CAT1 bo'lib, gormonal va antioksidant tizimlar markaziy rol o'ynadi. Biostimulyatorlar alohida genlarni emas, balki butun funksional modullar o'rtasidagi koordinatsiyani kuchaytirdi.

Ishonch navi yanada integrallashgan ijobiy javob ko'rsatgan bo'lsa, Porloq-1 sho'rlanishga nisbatan geterogen javob berdi. Biostimulyator samaradorligi ham navning genetik imkoniyatlariga bog'liq ekani aniqlandi.

Kalit so'zlar: *g'o'za, sho'rlanish stressi, biostimulyatorlar, gen ekspressiyasi, integrallashgan tahlil, PCA, tarmoq tahlili, antioksidant himoya, gormonal signalizatsiya.*

Аннотация. *Солевая нагрузка является одним из основных факторов, ограничивающих производство хлопчатника в орошаемых и засушливых условиях, существенно снижая всхожесть, ранний рост и продуктивность. Биостимуляторы рассматриваются как экологически безопасные средства повышения устойчивости растений, однако их комплексное влияние на морфологическом и транскрипционном уровнях изучено недостаточно. В данной работе проведена интегральная оценка влияния биостимуляторов на проростки хлопчатника при модельном солевом стрессе (150 мМ NaCl) на основе морфофизиологических признаков и экспрессии генов.*

Два сорта хлопчатника (Gossypium hirsutum L.) — Ishonch и Porloq-1 — исследовались в условиях контроля и солевого стресса с применением биостимуляторов (Rhizocom-1 и др.). Анализировались гены гормональной регуляции, антиоксидантной защиты, осмопротекции и углеводного обмена с использованием корреляционного анализа, кластеризации, PCA, сетевого анализа и радар-профилирования.

Результаты показали согласованную систему «ген–признак», где длина корня была более тесно связана с транскрипционными изменениями, чем длина побега. Ключевыми генами оказались Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3 и Gh_CAT1, что подчеркивает ведущую роль гормональной и антиоксидантной регуляции. Осмозащитные гены (Gh_P5CS, Gh_SPS, Gh_SuSy) обеспечивали дополнительную стабилизацию системы.

Обнаружены генотип-специфические различия: Ishonch демонстрировал более интегрированную положительную структуру ответа, тогда как Porloq-1 — более неоднородную реакцию на засоление. Эффективность биостимуляторов зависела как от типа обработки, так и от генетического потенциала сорта.

Ключевые слова: *хлопчатник, солевой стресс, биостимуляторы, экспрессия генов, интегральный анализ, PCA, сетевой анализ, антиоксидантная защита, гормональная сигнализация.*

Abstract. *Salinity stress is a major constraint for cotton production in arid and irrigated systems, adversely affecting germination, early seedling growth, and productivity. Biostimulants are considered promising eco-friendly tools for improving stress tolerance; however, their integrated effects at morphological and transcriptional levels remain insufficiently characterized. This study provides an integrated assessment of biostimulant effects on cotton seedlings under 150 mM NaCl by combining morphophysiological traits with gene expression profiling.*

Two cotton cultivars (Gossypium hirsutum L.), Ishonch and Porloq-1, were evaluated under control and salt stress conditions with different biostimulant treatments (Rhizocom-1 and related formulations). Genes involved in hormonal regulation, antioxidant defense, osmoprotection, and carbohydrate metabolism were analyzed using an integrated framework including correlation, clustering, PCA, network analysis, and radar profiling.

Results showed a coordinated gene–trait response, where root length was more strongly associated with transcriptional changes than shoot length. Key regulatory genes included

Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3, and Gh_CAT1, highlighting the central role of hormonal signaling and antioxidant defense. Osmoprotective genes (Gh_P5CS, Gh_SPS, Gh_SuSy) contributed to system stability with weaker associations. Biostimulants enhanced coordination among functional modules rather than uniformly increasing expression or growth.

Genotype-specific responses were evident: Ishonch showed a more integrated positive gene–trait structure, while Porloq-1 exhibited a more heterogeneous response under salinity. Overall, biostimulant effectiveness depended on both treatment type and the genetic capacity to integrate stress-response pathways.

This study demonstrates that multi-level integrative analysis provides a more accurate framework for evaluating biostimulant effects and identifying key regulatory hubs for improving salt tolerance in cotton.

Key words: *cotton, salinity stress, biostimulants, gene expression, integrated analysis, PCA, network analysis, antioxidant defense, hormonal signaling.*

Кириш. Тупроқнинг шўрланиши қишлоқ хўжалиги маҳсулдорлигини чекловчи энг муҳим омиллардан бири бўлиб, айниқса қурғоқчил ва суғориладиган ҳудудларда иккиламчи туз тўпланиши натижасида уруғнинг униб чиқиши пасаяди, илк ўсиш секинлашади, сув-ион гомеостази бузилади, оксидатив стресс кучаяди ва оқибатда ҳосилдорлик камаяди [1,2]. Ғўза (*Gossypium hirsutum* L.) стратегик аҳамиятга эга саноат экинларидан бири бўлиб, шўрланиш унга айниқса онтогенезнинг илк босқичларида кучли салбий таъсир кўрсатади, чунки бу даврда ўсимликнинг кейинги ривожланиш салоҳияти ва чидамлилиги шаклланади [3–6]. NaCl концентрациясининг ҳатто ўртача ошиши ҳам илдиз ва поя ўсиши каби морфологик белгиларни сезиларли ўзгартиради ҳамда гормонал сигналланиш, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генлар экспрессиясини қайта дастурлайди [5–9].

Сўнгги йилларда биостимуляторлар ўсимликларни абиотик стрессларга чидамлилигини оширишда экологик хавфсиз восита сифатида катта эътиборга сазовор бўлмоқда [10–13]. Улар фитогормонал мувозанатни бошқариш, антиоксидант тизимни фаоллаштириш, ҳужайра метаболизмини барқарорлаштириш ва стресс шароитида адаптив самарадорликни ошириш орқали таъсир кўрсатади. Бироқ уларнинг ғўзада шўр стресс шароитида морфологик ва транскрипцион даражадаги интеграл таъсир механизми ҳали тўлиқ ўрганилмаган. Айниқса ген экспрессиясидаги ўзгаришлар билан ўсиш кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқлик ва уларни ягона тизим сифатида баҳолаш масаласи етарлича тадқиқ этилмаган.

Олдинги тадқиқотларнинг асосий чеклови морфологик ва молекуляр маълумотларни алоҳида таҳлил қилиш бўлиб, бу адаптациянинг асосий регулятор тугунларини аниқлашни қийинлаштиради. Интеграл ёндашув эса фенотипик белгиларни ген экспрессияси билан биргаликда таҳлил қилиш орқали стрессга чидамлилик механизмларини тизимли тушуниш имконини беради [5,6,14]. Бу ёндашув илдиз ва поя ўсиши ҳамда ABA-, JA- ва SA-сигналланиш, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генларни бир вақтда баҳолаш имконини беради.

Шу муносабат билан, биостимуляторларнинг алоҳида белгиларга эмас, балки морфологик ва молекуляр жавоблар ўртасидаги мувофиқлик даражасига таъсирини баҳолаш муҳим ҳисобланади. Бу эса адаптация билан энг яқин боғлиқ генларни аниқлаш, генотиплар ўртасидаги фарқларни баҳолаш ва самарали биостимуляторларни танлаш учун ишончли мезонлар ишлаб чиқиш имконини беради.

Ушбу тадқиқотнинг мақсади — модел шўр стресс шароитида ғўза кўчатларида биостимуляторларнинг морфологик белгилар ва стрессга жавоб берувчи генлар экспрессиясига интеграл таъсирини баҳолашдан иборат.

Тадқиқот вазифалари қуйидагилардан иборат:

NaCl стресс ва назорат шароитида биостимуляторлар таъсирида илдиз ва поя ўсишини баҳолаш;

гормонал бошқарув, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генлар экспрессиясини таҳлил қилиш;

морфологик белгилар ва ген экспрессияси ўртасидаги корреляцион боғлиқликни аниқлаш;

интеграл (корреляция, кластер, тармоқ ва ordination) таҳлилларни амалга ошириш;

генотиплар ўртасидаги жавоб фарқларини солиштириш ва муҳим молекуляр-морфологик маркерларни аниқлаш.

Умуман олганда, ушбу тадқиқот ғўзанинг шўр стрессга жавобининг интеграл морфо-транскрипцион моделини очиб бериш ҳамда адаптив фенотип шаклланишида иштирок этувчи асосий регулятор блокларни аниқлашга қаратилган.

Материаллар ва усуллар

Тадқиқот объекти ва тажриба дизайни. Тадқиқот объектлари сифатида классик селекция асосида яратилган ғўза навлари (Ишонч, Ан-Байовут-2 ва Наманган-77), маркер-ассоциацияланган селекция асосида олинган Равнақ-1 ҳамда биотехнологик селекция орқали яратилган Порлок-1 навлари, шунингдек уруғларни ишлов бериш учун қўлланилган биопрепаратлар (Microzim-1, Microzim-2, Rizokom-1, Rizokom-2 ва Hosil) танланди.

Уруғларга ишлов бериш ишлаб чиқарувчи кўрсатмаларига мувофиқ биостимулятор эритмасида уруғларни намлаш орқали амалга оширилди. Ишлов берилмаган ғўза уруғлари назорат варианти сифатида хизмат қилди.

Тадқиқот мақсадларига эришиш учун тажрибалар назорат қилинадиган фитотрон шароитларида ўстирилган ўсимликларда олиб борилди.

Ғўза (*Gossypium hirsutum* L.) уруғлари стерилланган озуқа муҳитига экилиб, стандарт фитотрон шароитларида ўстирилди. Уруғлар 28 °C ҳароратда 3 кун давомида қоронғилик шароитида инкубация қилинди. Учинчи кундан сўнг, ниш берган уруғлар Петри идишларидан фотопериодик шароитга ўтказилди (16/8 соатлик кун/тун режими), ёруғлик интенсивлиги 5000 люксни ташкил этди. Нишлар пайдо бўлгандан сўнг ўсимликлар тупроққа кўчирилди.

Тузли стрессни моделлаштириш мақсадида ўсимликлар назорат ва тажриба гуруҳларига ажратилди. 21 кун давомида назорат гуруҳидаги ўсимликлар дистилланган сув билан суғорилди, тажриба гуруҳидаги ўсимликлар эса 50 ва 150 мМ концентрациядаги NaCl эритмаси билан ишлов берилди. Осмотик шокни олдини олиш мақсадида туз концентрацияси ҳар куни 25 мМ дан босқичма-босқич ошириб борилди, белгиланган концентрацияга етказилди.

4–5 та ҳақиқий барг шаклланган сўнг ўсимликлар йиғиб олинди, тозаланди ва зарур таҳлиллар ўтказилди.

Барча тажрибалар бешта биологик такрор асосида амалга оширилди.

Натижалар. Ген экспрессияси ва морфологик белгилар ўртасидаги корреляциянинг умумий тузилиши

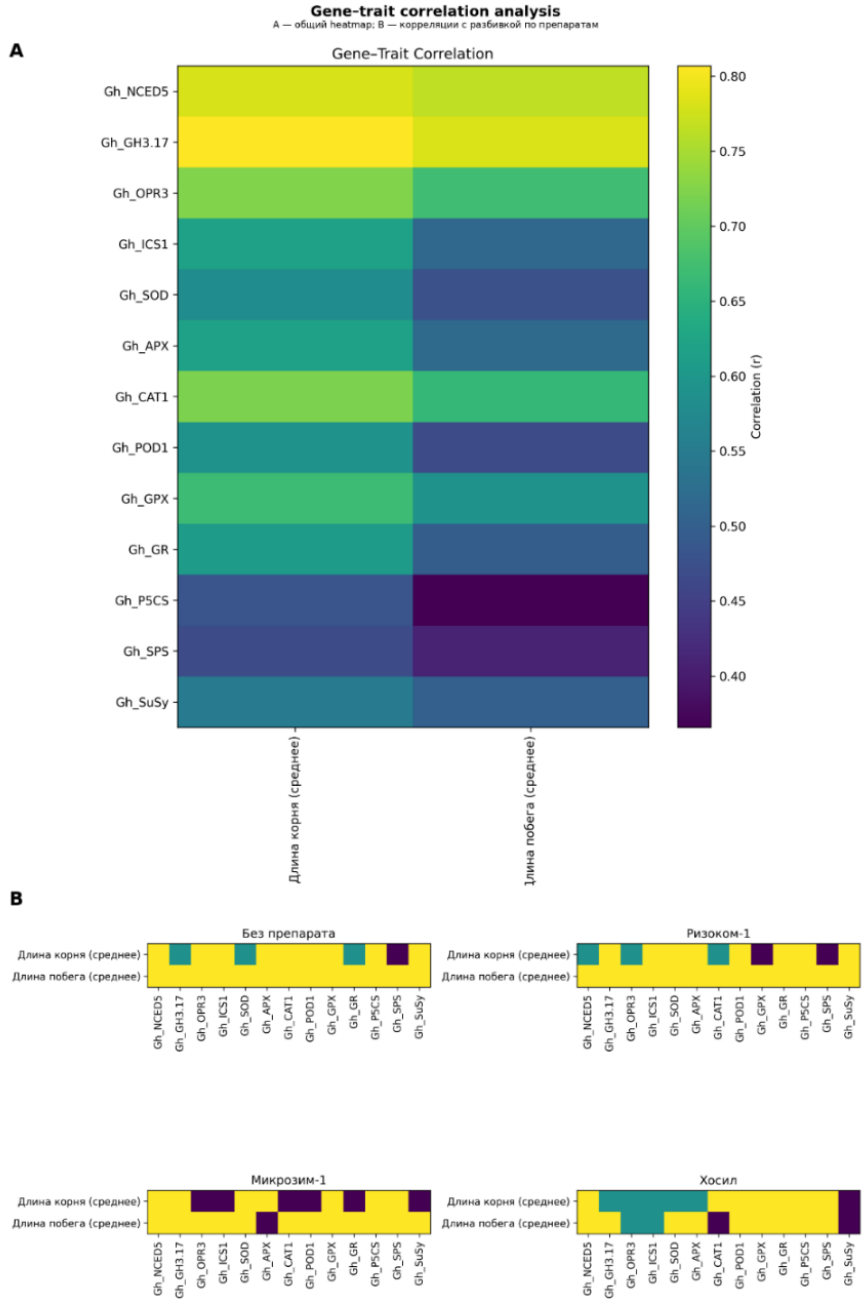
Интеграл таҳлил натижалари ўрганилган генлар экспрессияси ва ғўза кўчатларининг морфологик параметрлари ўртасида кучли мусбат боғлиқликлар шаклланганини кўрсатди, бироқ бу боғлиқликнинг даражаси илдиз узунлиги ва поя узунлиги бўйича фарқ қилди (1-расм).

Илдиз узунлиги учун энг юқори корреляция коэффициентлари Gh_GH3.17 (r = 0.81), Gh_NCED5 (r = 0.78), Gh_OPR3 (r = 0.72) ва Gh_CAT1 (r = 0.72) да кузатилди. Бироз пастроқ, аммо барқарор юқори қийматлар Gh_GPX (r = 0.67), Gh_APX (r = 0.62), Gh_ICS1 (r = 0.62) ва Gh_GR (r = 0.61) учун қайд этилди. Энг паст корреляциялар эса углевод алмашинуви билан боғлиқ генларда кузатилди: Gh_P5CS (r = 0.48), Gh_SPS (r = 0.47) ва Gh_SuSy (r = 0.55) (1-расм).

Поя узунлиги учун ҳам ўхшаш, аммо нисбатан кучсизроқ тенденция кузатилди. Энг юқори коэффициентлар Gh_GH3.17 (r = 0.78) ва Gh_NCED5 (r = 0.76) да қайд этилди, кейин эса Gh_OPR3 (r = 0.67), Gh_CAT1 (r = 0.66) ва Gh_GPX (r = 0.59) келади. Қолган кўпчилик генлар учун r қийматлари 0.47–0.52 оралиғида бўлди, энг паст корреляциялар эса яна Gh_P5CS

(r = 0.37) ва Gh_SPS (r = 0.41) да кузатилди (1-расм). Демак, илдиз узунлиги транскрипцион қайта дастурлаш билан поя узунлигига нисбатан кучлироқ боғлиқ экани аниқланди.

Қўшимча таҳлиллар шуни кўрсатдики, ген–белги корреляциясининг кучига биостимулятор тури сезиларли таъсир кўрсатади. Назорат ва Rhizocom-1 шароитида кўпчилик генлар иккала морфологик белги билан ҳам кучли мусбат корреляцияни сақлаган. Microzyme-1 қўлланилганда эса айрим генларда корреляция кучайган, бошқаларида эса пасайган аралаш (контраст) картина кузатилди. Энг кескин ўзгариш Hosil вариантида қайд этилди, бу ерда генлар ўртасидаги фарқлар яққол кучайиб, биостимулятор турига боғлиқ равишда регулятор жавобнинг танланма қайта ташкил этилиши намоён бўлди (1-расм).



1-расм. Ғўза кўчатларида ген экспрессияси ва морфологик белгилар ўртасидаги корреляцион боғлиқликлар

(А) Ўрганилган генлар экспрессияси даражаси ва илдиз ҳамда поя узунлигининг ўртача қийматлари ўртасидаги Pearson корреляция коэффициентлари (r) ни ифодаловчи интеграл heatmap келтирилган. Ранг шкаласи мусбат корреляция кучини акс эттиради. (В) Корреляция heatmap'лари биостимулятор тури бўйича тақсимланган ҳолда кўрсатилган: назорат (биостимуляторсиз), Rhizocom-1, Microzyme-1 ва Hosil. Генлар х-ўқда, морфологик белгилар

эса у-ўқда жойлашган. Катаклардаги қийматлар ген экспрессияси ва кўчат ўсиш параметрлари ўртасидаги корреляция коэффициентларини ифодалайди.

Корреляциялар кучининг интеграл баҳоси ва илдиз–поя ўртасидаги фарқлар

Ҳар бир геннинг умумий ҳиссасини миқдорий баҳолаш учун унинг икки морфологик белги (илдиз ва поя узунлиги) билан боғлиқликларининг ўртача абсолют қиймати асосида интеграл корреляция индекси ҳисоблаб чиқилди.

Натижаларга кўра, энг юқори кўрсаткичлар Gh_GH3.17 (0.79) ва Gh_NCED5 (0.77) генларида қайд этилди. Уларнинг ортидан Gh_OPR3 (0.70), Gh_CAT1 (0.69) ва Gh_GPX (0.63) келди, бу эса морфологик жавобни шакллантиришда гормонал ва редокс бошқарув модулларининг устун ролини кўрсатади.

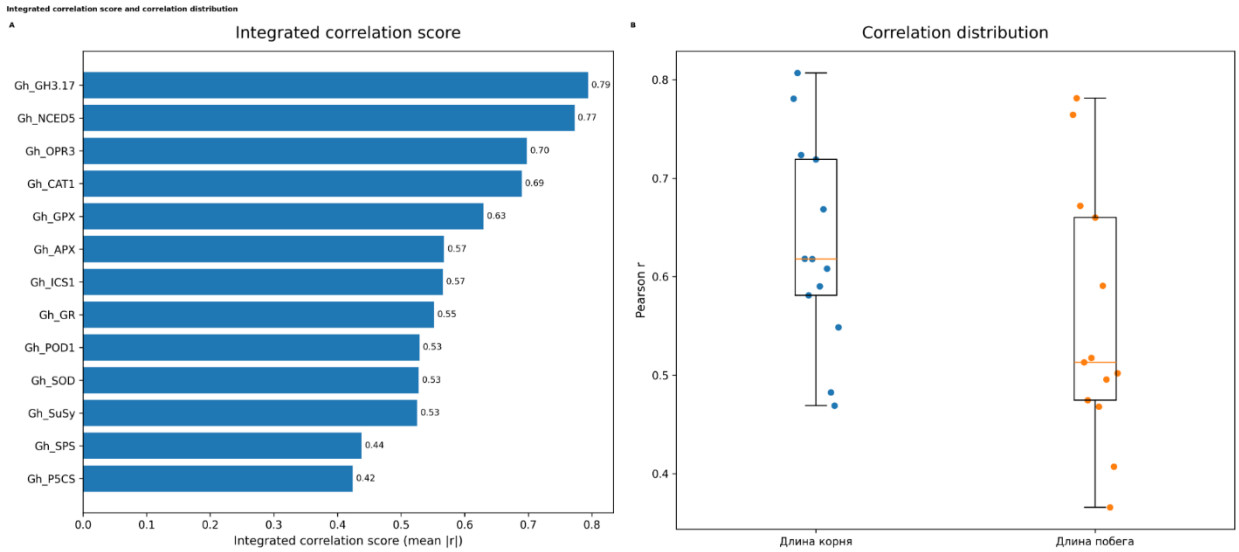
Ўрта даражадаги таъсир Gh_APX ва Gh_ICS1 (0.57), Gh_GR (0.55), Gh_POD1 (0.53), Gh_SOD (0.53) ҳамда Gh_SuSy (0.53) генларида кузатилди. Энг паст интеграл қийматлар эса Gh_SPS (0.44) ва Gh_P5CS (0.42) да қайд этилди (2-расм).

Бу натижалар генлар таъсир кучининг иерархик тузилганлигини ва гормонал–антиоксидант модул морфологик жавобни шакллантиришда марказий ўрин тутишини тасдиқлайди.

(A) Ўрганилган генлар илдиз ва поя узунлиги билан боғлиқ Pearson корреляция коэффициентларининг ўртача абсолют қиймати асосида ҳисобланган интеграл корреляция индекси бўйича ранжирланган ҳолда кўрсатилган. Устунлар ўнг томонидаги қийматлар ҳар бир ген учун интеграл баллни ифодалайди. (B) Иккита морфологик белги (илдиз ва поя узунлиги) бўйича Pearson корреляция коэффициентларининг тақсимоти boxplot кўринишида берилган бўлиб, индивидуал нуқталар билан бирга намоён этилган. Диаграммалар медиана, интерквартил оралиқ ва ген–белги боғлиқлиги кучининг ўзгарувчанлигини кўрсатади.

Корреляция коэффициентларининг тақсимоти, функционал тузилма ва модуллар бўйича баҳолаш

Корреляция коэффициентларининг тақсимоти шуни кўрсатдики, илдиз узунлиги учун медиана қиймат поя узунлигига нисбатан юқорироқ бўлди. Илдиз узунлигида r қийматлар тахминан 0.47–0.81 оралиғида, поя узунлигида эса 0.37–0.78 оралиғида ўзгарди. Илдиз учун интерквартил оралиқ ҳам бироз кенгроқ бўлиб, бу илдиз ўсиши ва ген экспрессияси ўртасида нафақат кучли, балки нисбатан дифференциал боғлиқликлар мавжудлигини кўрсатади (2-расм). Яъни, илдиз тизими ген экспрессиясидаги ўзгаришларга пояга нисбатан сезгирроқ фенотипик индикатор сифатида намоён бўлди.

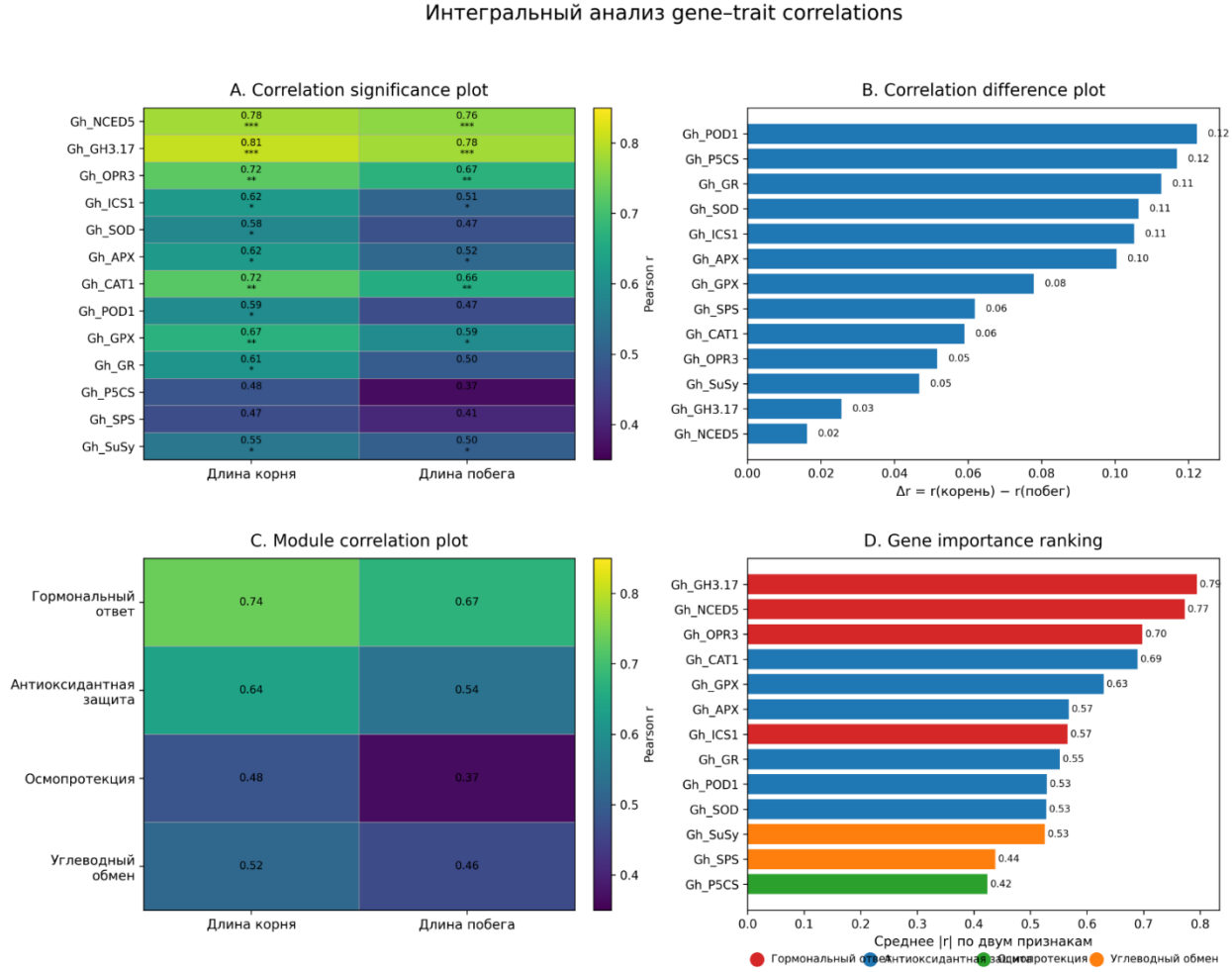


2-расм. Ген–белги корреляцион боғлиқликлар кучининг интеграл баҳоси.

Корреляцияларнинг аҳамияти, модулли ташкилланиш ва функционал блоклар рейтинги

Аҳамиятлилик heatmap таҳлилига кўра, илдиз узунлиги билан энг кучли боғлиқлик Gh_GH3.17 (r = 0.81), Gh_NCED5 (r = 0.78), Gh_OPR3 (r = 0.72) ва Gh_CAT1 (r = 0.72)

генларида кузатилди. Поя узунлиги учун эса максимал қийматлар мос равишда 0.78, 0.76, 0.67 ва 0.66 ни ташкил этди (3-расм).



3-расм. Ғўза кўчатларида ген–белги корреляцияларининг интеграл таҳлили.

Илдиз ва поя ўртасидаги корреляциялар фарқи (Δr = r_ildiz − r_poya) энг катта Gh_POD1 ва Gh_P5CS (0.12) генларида кузатилди, улардан кейин Gh_GR, Gh_SOD ва Gh_ICS1 (0.11) ҳамда Gh_APX (0.10) келади. Энг кичик фарқлар эса Gh_NCED5 (0.02) ва Gh_GH3.17 (0.03) да қайд этилди, бу уларнинг иккала морфологик белги билан ҳам бирдек кучли боғлиқлигини кўрсатади (3-расм).

Функционал модуллар бўйича гуруҳлаш натижалари гормонал жавоб модулнинг морфологик белгилар билан энг юқори умумий боғлиқликка эга эканини кўрсатди. Бу модул учун ўртача корреляция илдиз узунлиги билан 0.74, поя узунлиги билан эса 0.67 ни ташкил этди. Антиоксидант ҳимоя иккинчи ўринни эгаллаб, мос равишда 0.64 ва 0.54 қийматларни кўрсатди. Углевод алмашинуви учун пастроқ корреляциялар (0.52 ва 0.46), энг паст кўрсаткичлар эса осмотик мослашув модулда (0.48 ва 0.37) қайд этилди (3-расм).

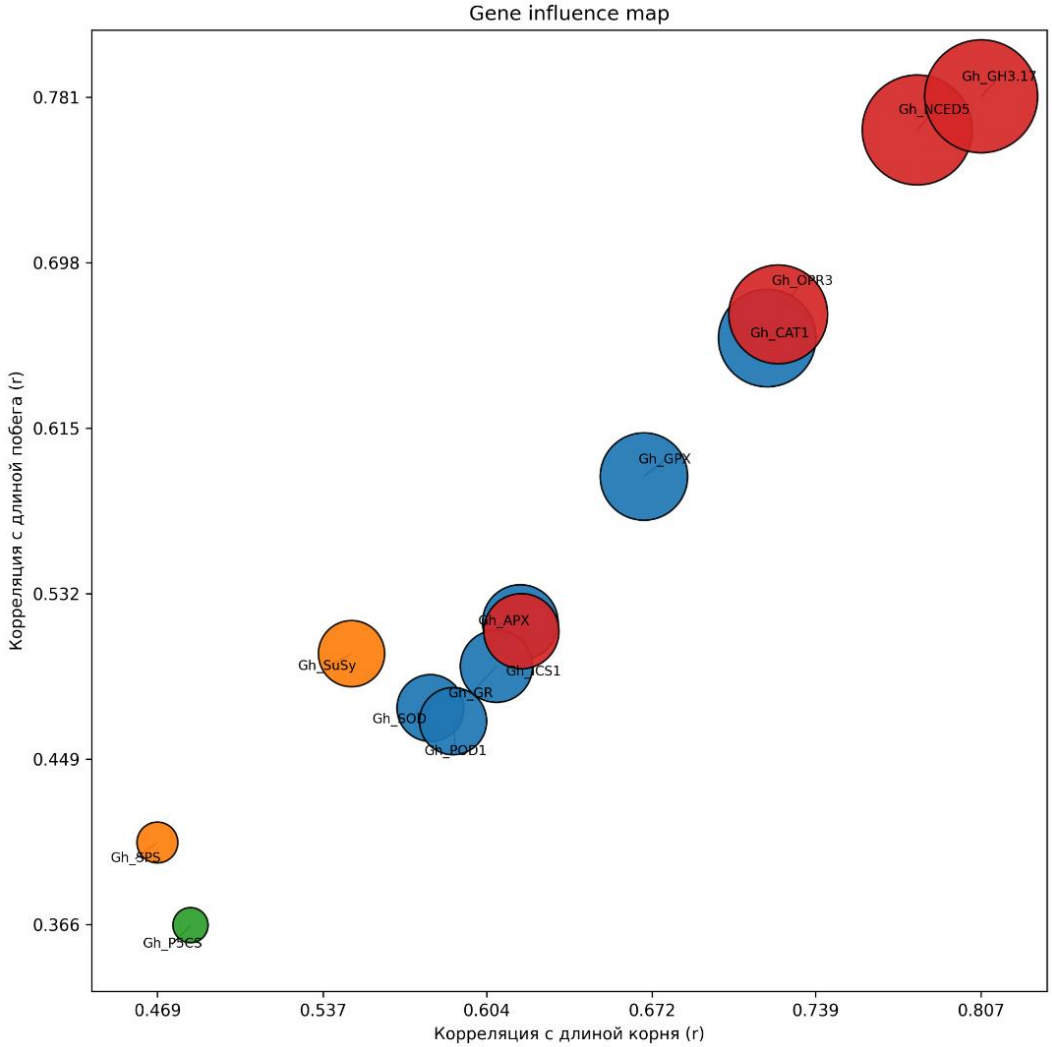
Шу тариқа, функционал блоклар даражасида гормонал ва антиоксидант механизмлар ўсиш параметрлари билан энг кучли боғлиқликни намоён қилди, углевод алмашинуви ва осмотик мослашув генлари эса нисбатан ёрдамчи рол ўйнаши аниқланди.

(A) Ген экспрессияси ва морфологик белгилар ўртасидаги корреляциялар аҳамиятлилиги бўйича heatmap келтирилган. Катакларда Pearson корреляция коэффициентлари (r) берилган бўлиб, аҳамиятлилик белгилари ушбу боғлиқликларнинг статистик ишончлилик даражасини ифодалайди. (B) Илдиз узунлиги ва поя узунлиги билан боғлиқ корреляциялар фарқи (Δr = r_ildиз − r_роя) диаграммаси кўрсатилган. У генларнинг икки хил ўсиш белгисини шакллантиришдаги дифференциал ҳиссасини акс эттиради. (C) Функционал ген блоклари бўйича ўртача корреляцияларнинг модулли heatmap'и берилган: гормонал жавоб, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув ва углевод алмашинуви. (D) Генлар морфологик

белгилар билан боғлиқлик кучининг ўртача абсолют қийматига кўра ранжирланган. Устунлар ранги ҳар бир геннинг тегишли функционал категориясини ифодалайди.

Генларнинг якуний ранжирланиши ва илдиз–пояга таъсирининг фазовий харитаси

Генларнинг якуний ранжирланиши Gh_GH3.17, Gh_NCED5 ва Gh_OPR3 генлари доимий равишда энг юқори гуруҳда жойлашганини тасдиқлади. Аксинча, Gh_P5CS ва Gh_SPS генлари барқарор равишда энг паст позицияларни эгаллади. Бу иерархия алоҳида корреляция коэффициентлари ва функционал модуллар тузилмаси билан яхши мувофиқликда бўлди (3-расм).



4-расм. Ғўза кўчатларида ген таъсирининг илдиз ва поя узунлигига харитаси

Ген таъсирининг илдиз ва поя узунлиги бўйича фазовий харитаси

Икки ўлчовли ген таъсир харитаси ҳар бир геннинг илдиз ва поя узунлигига бир вақтда қўшган ҳиссасини тўғридан-тўғри солиштириш имконини берди (4-расм).

Юқори-ўнг секторда Gh_GH3.17 ва Gh_NCED5 жойлашган бўлиб, улар иккала белги билан ҳам энг юқори боғлиқликни намоён қилди:

илдиз учун: r = 0.81 ва 0.78,

поя учун: r = 0.78 ва 0.76.

Бироз пастроқ позицияни Gh_OPR3 ва Gh_CAT1 эгаллади, улар ҳам юқори умумий таъсир қийматларини кўрсатди (илдиз учун мос равишда 0.72 ва 0.72, поя учун 0.67 ва 0.66).

Бу тақсимот ушбу генларнинг кўчат ўсишини бошқаришда марказий регулятор ролга эга эканини кўрсатади.

Bubble plot ўрганилган генларнинг икки морфологик белгига (илдиз ва поя узунлиги) бўлган умумий таъсирини кўрсатади. X-ўқда илдиз узунлиги билан, Y-ўқда эса поя узунлиги билан корреляция коэффициентлари (r) акс эттирилган. Ҳар бир доира (bubble) ҳажми ген–

белги боғлиқлигининг интеграл кучини ифодалайди, ранг эса геннинг функционал гуруҳини кўрсатади. Ушбу тасвирлаш усули ўсиш параметрларига энг кучли умумий ҳисса қўшувчи генларни визуал равишда аниқлаш имконини беради.

Тармоқ таҳлили натижаларига кўра, энг кучли ва қалин боғланишлар илдиз узунлиги билан **Gh_GH3.17**, **Gh_NCED5**, **Gh_OPR3** ва **Gh_CAT1** генлари ўртасида кузатилди. Бу ҳолат мазкур генлар учун олдин аниқланган юқори корреляция коэффициентлари билан тўлиқ мос келади. Поя узунлиги учун ҳам шунга ўхшаш манзара қайд этилди, бироқ боғланиш чизиқларининг қалинлиги ва ранг интенсивлиги ўртача ҳисобда бироз пастроқ бўлди. Бу айниқса антиоксидант тизим ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генларда яққол намоён бўлди (5-расм).

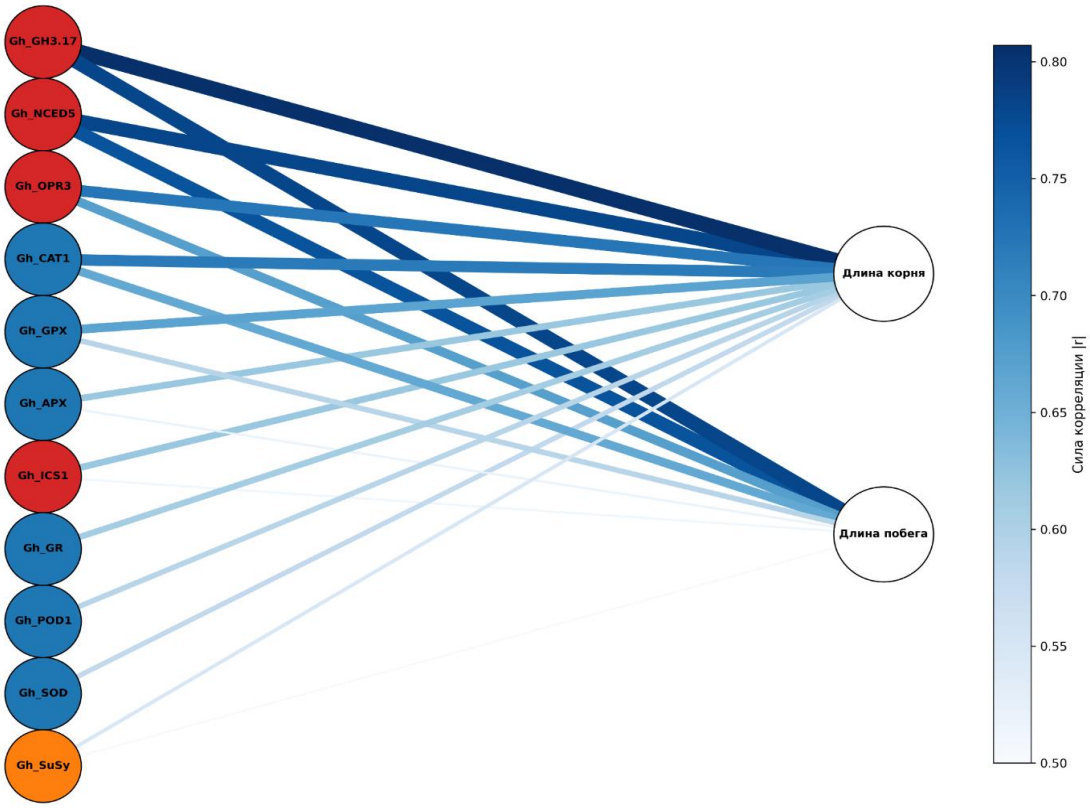
Икки қисмли (bipartite) ген–белги тармоғи келтирилган бўлиб, чап томонда ўрганилган генлар, ўнг томонда эса илдиз узунлиги ва поя узунлиги жойлашган. Чекалар (edges) қалинлиги ва ранг интенсивлиги Pearson корреляция коэффициентларининг абсолют қийматларига пропорционал бўлиб, боғлиқлик кучини акс эттиради. Ген тугунларининг ранги уларнинг функционал таснифини ифодалайди, бу эса шўр стресс шароитида морфологик жавобни шакллантирувчи марказий регулятор модулларни визуал равишда аниқлаш имконини беради.

Муҳими, тармоқ тузилиши генларнинг марказий аҳамияти бўйича бир нечта иерархик даражаларни ажратиш имконини берди. Биринчи даражани **Gh_GH3.17** ва **Gh_NCED5** ташкил қилди. Улар ҳар икки ўсиш кўрсаткичи билан кучли боғлиқ бўлган энг универсал регулятор генлар сифатида намоён бўлди.

Иккинчи даражага **Gh_OPR3**, **Gh_CAT1** ва **Gh_GPX** кирди. Учинчи даражани эса **Gh_APX**, **Gh_ICS1**, **Gh_GR**, **Gh_POD1** ҳамда **Gh_SOD** генлари ташкил этди.

Gh_SuSy, **Gh_SPS** ва **Gh_P5CS** генлари тармоқнинг периферик қисмида жойлашди ва морфологик кўрсаткичлар билан нисбатан кучсизроқ боғлиқликни намоён қилди.

Умуман олганда, ушбу натижалар морфологик адаптациянинг транскрипцион асоси иерархик тарзда ташкилланганлигини кўрсатади. Бунда адаптив жавобнинг асосий ядроси гормонал бошқарув ва антиоксидант ҳимоя йўллари билан боғлиқ генлар ҳисобига шаклланган (5-расм).



5-расм. Ген экспрессияси ва морфологик белгилар ўртасидаги ўзаро таъсирларнинг тармоқ (network) тузилиши

Ғўза навлари, шўрланиш даражалари ва ишлов вариантлари бўйича ген–белги фазосининг PCA таҳлили

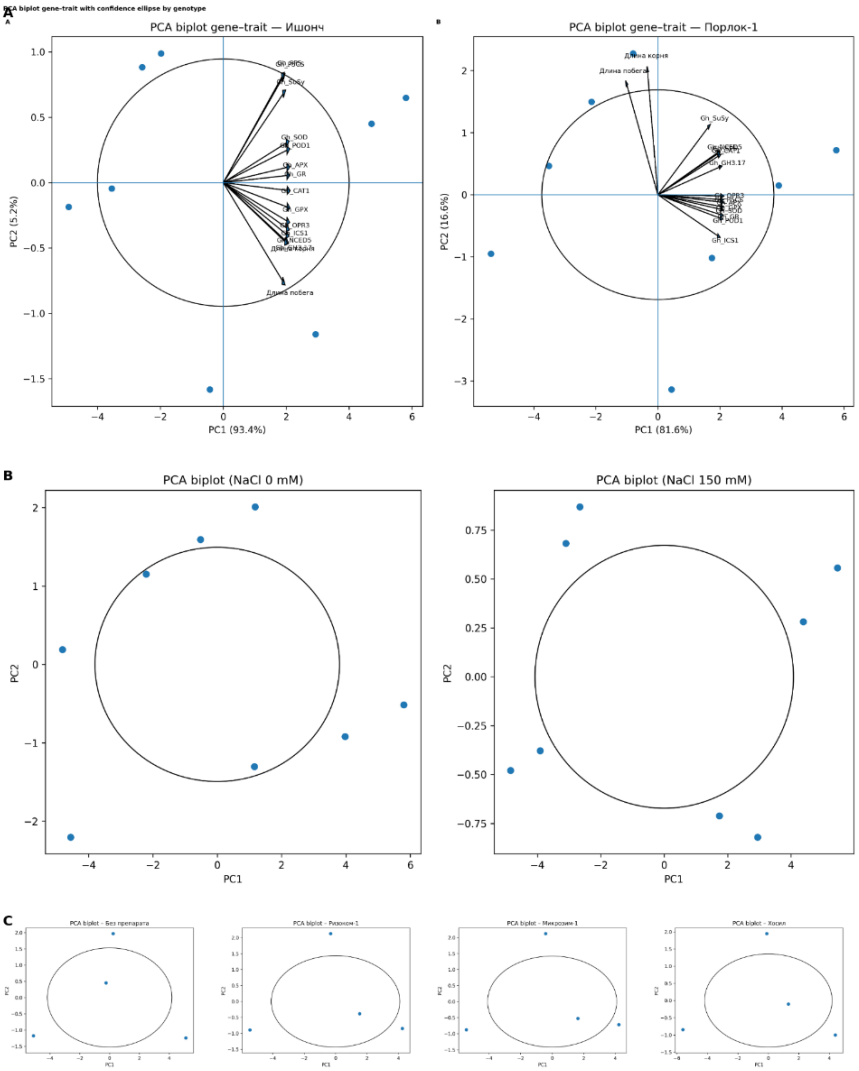
Бош компонентлар таҳлили (PCA, Principal Component Analysis) натижалари шуни кўрсатдики, ген–белги маълумотларидаги умумий ўзгарувчанликнинг асосий қисми биринчи бош компонент (PC1) ҳисобига тўғри келади.

Ishonch навида PC1 умумий дисперсиянинг 93,4 % ни тушунтирган бўлса, иккинчи бош компонент (PC2) ҳиссаси атиги 5,2 % ни ташкил қилди (6-расм).

Бу натижа ген экспрессияси ва морфологик белгилардаги ўзгаришларнинг катта қисми ягона асосий адаптив йўналиш бўйича шаклланганлигини кўрсатади. Шунингдек, биринчи компонент шўр стресс ва биостимуляторлар таъсирида юзага келган асосий биологик жавобларни акс эттирувчи муҳим интеграл кўрсаткич сифатида намоён бўлди. (6-расм).

Кўп панелли бош компонентлар таҳлили (PCA) ген экспрессияси ва морфологик белгилар маълумотларининг фазовий тақсимланишини акс эттиради. (A) Ishonch ва Porloq-1 навлари учун қурилган PCA biplot бўлиб, унда генлар ва морфологик белгиларнинг йўналиш векторлари кўрсатилган. (B) Шўрланиш шароитлари бўйича PCA проекциялари келтирилган (0 ва 150 mM NaCl). (C) Биостимуляторлар таъсири бўйича PCA проекциялари тасвирланган: назорат (ишловсиз), Rhizocom-1, Microzyme-1 ва Hosil вариантлари. Бош компонентлар ўқларида ҳар бир компонент томонидан тушунтириладиган дисперсия улуши (%) кўрсатилган. Эллипслар кўп ўлчовли белгилар фазосида маълумотларнинг умумий тақсимланиш конфигурациясини ифодалайди.

PCA таҳлили: навлар, шўрланиш даражалари ва биостимулятор вариантлари бўйича ген–белги фазосининг тузилиши



6-расм. Ғўза кўчатларида ген–белги жавобининг PCA таҳлили

Бу натижалар Ishonch навида белгилар ва генлар ўртасидаги ўзгарувчанликнинг асосий қисми морфологик ва транскрипцион жавоблар мувофиқлигини акс эттирувчи ягона устун ўқ (PC1) бўйлаб ташкилланганлигини кўрсатади (6-расм). Илдиз узунлиги вектори асосий генларнинг кўпчилиги билан бир секторда жойлашган бўлса, поя узунлиги ҳам шу йўналишни сақлаган, аммо иккинчи бош компонент (PC2) бўйича бироз каттароқ оғиш намоён қилган.

Porloq-1 навида ҳам биринчи бош компонент асосий ўринни эгаллади, бироқ унинг ҳиссаси 81,6 % гача камайди, PC2 улуши эса 16,6 % гача ошди (6-расм). Бу мазкур навда ген–белги фазосининг нисбатан мураккаб ва камроқ бир хил тузилганлигини кўрсатади. Бу ҳолатда илдиз ва поя узунлиги векторлари бир-бирига яқин жойлашган бўлса-да, айрим генлар, жумладан Gh_ICS1, Gh_POD1, Gh_SOD ва Gh_GR, PC2 нинг манфий қисмига силжиган. Бу эса жавобнинг ички гетерогенлиги юқорироқ эканлигини англатади.

Шўрланиш даражалари бўйича таҳлил 0 mM NaCl ва 150 mM NaCl вариантлари ўртасида аниқ ажралиш мавжудлигини кўрсатди. 0 mM NaCl шароитида намуналар кенгроқ тарқалган бўлиб, PC2 бўйича каттароқ амплитуда ҳосил қилди. 150 mM NaCl таъсирида эса нуқталар жойлашуви нисбатан ихчамлашган, аммо PC1 бўйича тарқоқлик сақланиб қолган (6-расм). Бу ҳолат шўр стресс ўзгарувчанликни шунчаки камайтирмасдан, балки ген–белги муносабатларининг умумий конфигурациясини қайта шакллантиришини кўрсатади.

Биостимуляторлар бўйича алоҳида PCA таҳлили назорат, Rhizocom-1, Microzyme-1 ва Hosil вариантлари PCA фазосида турли соҳаларни эгаллашини кўрсатди. Нуқталар нисбатан ихчам гуруҳланган бўлса ҳам, асосий ўқлар йўналишидаги фарқлар сақланиб қолган. Бу ҳар бир биостимулятор ген–белги муносабатлари архитектурасини ўзига хос тарзда қайта ташкил қилишини англатади (6-расм).

Умуман олганда, PCA таҳлили ген экспрессияси ва ўсиш кўрсаткичларидаги мувофиқ ўзгаришлар умумий ўзгарувчанликнинг асосий манбаи эканлигини тасдиқлади. Шу билан бирга, нав хусусияти, шўрланиш даражаси ва биостимулятор тури ушбу асосий тузилманинг шаклланишини модификация қилувчи муҳим омиллар сифатида намоён бўлди.

Олинган натижалар муҳокамаси. Шўр стресс шароитида биостимуляторлар таъсирида ғўзанинг ген–белги жавобининг интеграл хусусияти

Олинган натижалар шуни кўрсатдики, шўр стресс шароитида ғўзанинг биостимуляторларга жавобини алоҳида генлар ёки морфологик белгилардаги ўзгаришлар билан изоҳлаб бўлмайди. Аксинча, бу жараён кўчат ўсиши гормонал бошқарув, антиоксидант ҳимоя, осмопротекция ва углевод алмашинуви йўлларининг қайта ташкилланиши билан узвий боғланган яхлит адаптив тизимни ташкил этади [5,6,9]. Шу сабабли, таҳлилда алоҳида ген экспрессияси даражаларидан кўра, генлар ва морфологик белгилар ўртасидаги мувофиқлик муҳим аҳамият касб этади.

Ушбу тадқиқотда илдиз ва поя узунлиги билан энг кучли корреляциялар Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3 ва Gh_CAT1 генлари учун кузатилди, Gh_P5CS ҳамда Gh_SPS эса нисбатан кучсиз боғлиқлик намоён қилди (1-расм). Бу ҳолат замонавий қарашлар билан мос келиб, шўр стресс шароитида биостимуляторларнинг адаптив таъсири асосан гормонал баланс ва антиоксидант тизимни қайта дастурлаш орқали амалга ошишини, осмолитлар тўпланиши ёки углевод алмашинувидаги ўзгаришлар эса иккиламчи аҳамиятга эга эканлигини кўрсатади [16,17]. Сўнгги илмий шарҳларда ҳам барқарор фенотипик натижалар сигнал бериш, редокс гомеостази ва метаболик жараёнларнинг мувофиқлашган фаоллашуви натижасида шаклланиши таъкидланган [16,17].

Муҳим жиҳат шундаки, ушбу тадқиқотда илдиз узунлиги ген экспрессияси билан поя узунлигига нисбатан кучлироқ боғлиқликни намоён қилди (1-расм). Бу биологик жиҳатдан асосли бўлиб, илдиз тизими шўр стресснинг ион ва осмотик таъсирини биринчи бўлиб қабул қилади ҳамда биостимуляторлар таъсиридаги адаптация жараёнларининг энг сезгир индикатори ҳисобланади. Ғўзада ҳам аввалги транскриптомик ва физиологик тадқиқотлар илдиз тўқималарида сигнал узатиш, редокс мувозанати ва ион гомеостазининг қайта ташкилланиши шўрланишга жавобнинг дастлабки босқичларини белгилашини кўрсатган [5,6,9].

Интеграл корреляцион рейтинг таҳлили Gh_GH3.17 ва Gh_NCED5 генларининг етакчи ўринни эгаллашини тасдиқлади. Улардан кейин Gh_OPR3, Gh_CAT1 ва Gh_GPX жойлашди (3-расм). Бу натижалар 150 mM NaCl шароитида биостимуляторлар таъсиридаги морфологик жавоб асосан АБК (ABA), ауксин ва жасмонат сигнал йўллари, шунингдек реактив кислород турларини ферментатив нейтраллаштириш тизими томонидан бошқарилишини кўрсатади [16,17].

Gh_NCED5 генининг юқори аҳамияти кутилган ҳолатдир, чунки NCED ферментлари абсциз кислотаси биосинтезининг асосий бошқарув босқичини таъминлайди ва ABA ўсимликларда шўр стрессга жавобнинг марказий регулятори ҳисобланади. Шунингдек, Gh_GH3.17 генининг муҳим ўрни ҳам биологик жиҳатдан асосли бўлиб, GH3 оиласи генлари ауксин конъюгацияси орқали ўсиш жараёнларини, айниқса илдиз ривожланишини бошқаради. Бу эса шўрланиш шароитида ўсимлик адаптацияси учун муҳим аҳамиятга эга.

Ўз навбатида, Gh_OPR3 жасмонат сигнал йўли фаолиятини акс эттиради. Жасмонатлар шўр стресс шароитида ABA сигнализацияси ва антиоксидант ҳимоя тизими билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, адаптация жараёнларининг муҳим қисми ҳисобланади [18].

Gh_CAT1, Gh_GPX, Gh_APX, Gh_GR, Gh_POD1 ва Gh_SOD генларининг юқори ҳиссаси биостимуляторлар таъсири фақат ўсишни рағбатлантириш билан чекланмаганлигини, балки редокс мувозанатини барқарорлаштиришга қаратилганлигини кўрсатади. Бу айниқса ғўза учун муҳим, чунки NaCl таъсирида ҳосил бўладиган оксидловчи стресс мембрана яхлитлиги, ферментлар фаоллиги ва нормал ўсиш жараёнларини издан чиқаради [4,19].

Адабиёт маълумотларига кўра, ғўзанинг шўрланишга муваффақиятли мослашуви деярли ҳар доим антиоксидант ҳимоя тизимининг кучайиши билан боғлиқ бўлади. Шунинг учун CAT, APX, GPX, SOD ва улар билан боғлиқ ферментлар фаоллигининг ошиши стрессга чидамли фенотипнинг энг ишончли маркерларидан бири сифатида қаралади [6].

Шу нуқтаи назардан, олинган натижалар биостимуляторлар аввало ҳимоя ва бошқарув механизмларини фаоллаштиришини, метаболик ўзгаришлар эса кейинги босқичда юзага келишини кўрсатади (3-расм). Бу эса уларнинг асосий таъсир механизми гормонал ва антиоксидант тизимларни мувофиқлаштириш орқали шўр стрессга қарши комплекс адаптацияни кучайтиришдан иборат эканлигини тасдиқлайди.

Шўр стресс шароитида биринчи навбатда сигнал узатиш тизимлари фаоллашиб, ресурсларни қайта тақсимлаш, ўсишни вақтинча чеклаш ёки янги шароитга мос равишда йўналтириш ҳамда ҳимоя механизмларини ишга тушириш вазифасини бажаради [18]. Шу сабабли Gh_NCED5, Gh_GH3.17 ва Gh_OPR3 генларининг юқори интеграл аҳамияти нафақат уларнинг морфологик белгилар билан статистик боғлиқлигини, балки бутун адаптив жавоб тизимида марказий регулятор вазифасини бажаришини ҳам кўрсатади.

Антиоксидант модул эса ушбу сигнал босқичидан кейин фаоллашади ва ҳужайра барқарорлигини таъминлаш, тўқималарнинг зарарланишини чеклаш ҳамда ўсиш жараёнларини сақлаб қолиш вазифасини бажаради [19].

Gh_P5CS, Gh_SPS ва қисман Gh_SuSy генларининг морфологик кўрсаткичлар билан нисбатан паст корреляцияга эга бўлиши уларнинг биологик аҳамияти паст дегани эмас. Аксинча, бу генлар мазкур тизимда асосий эмас, балки ёрдамчи вазифани бажарганлигини кўрсатади. Бу ҳолат айниқса Gh_P5CS учун қизиқарлидир, чунки пролин биосинтези йўли кўплаб тадқиқотларда шўрланишга чидамлиликнинг муҳим маркерларидан бири сифатида баҳоланади [20].

Бироқ пролиннинг тўпланиши ҳар доим ҳам ўсиш кўрсаткичларининг яхшиланиши билан тўғридан-тўғри боғлиқ бўлмайди. Кўп ҳолларда у муваффақиятли адаптацияни эмас, балки стресс мавжудлигини акс эттиради. Худди шундай, углевод алмашинуви ферментлари стресс шароитида энергия билан таъминлашда муҳим роль ўйнаса-да, уларнинг экспрессияси эрта кўчат босқичида илдиз ёки поя узунлиги билан кучли чизиқли боғлиқлик намоён қилиши шарт эмас [21].

Шундай қилиб, ушбу тадқиқотда қўлланган интеграл ёндашув фенотип шаклланишидаги ҳақиқий марказий регуляторларни умумий фон метаболик жараёнларидан ажратиб кўрсатиш

имконини берди. Натижалар гормонал сигнализация ва антиоксидант ҳимоя тизимлари шўр стресс шароитида ғўзанинг адаптив жавобини шакллантирувчи асосий бошқ Генлар таъсир харитаси адаптациядаги функционал иерархияни акс эттиради

Генлар таъсир харитасидаги фазовий тақсимланиш адаптив жавобнинг кўп босқичли ташкил этилганлигини яна бир бор тасдиқлади. Хаританинг юқори ўнг қисмида Gh_GH3.17 ва Gh_NCED5, шунингдек улар билан яқин боғлиқ бўлган Gh_OPR3 ва Gh_CAT1 генлари жойлашган бўлиб, уларнинг ҳам илдиз, ҳам поя узунлиги билан кучли боғлиқлиги аниқланди (4-расм). Бу генлар ўсишнинг бирор алоҳида жиҳати билан эмас, балки стрессга чидамли фенотипнинг умумий шаклланиши билан боғлиқ эканлигини кўрсатади.

Бундай жойлашув одатда бир нечта гормонал сигнал йўлларини бирлаштирувчи ва редокс бошқаруви, ўсиш жараёнлари ҳамда ҳимоя механизмларини мувофиқлаштирувчи марказий регуляторларга хос ҳисобланади [4,6].

Антиоксидант генларнинг оралиқ позицияда, Gh_SPS ва Gh_P5CS генларининг эса периферияда жойлашиши адаптациянинг каскадсимон моделига мос келади. Яъни, дастлаб регулятор сигнал шаклланади, кейин ҳужайра гомеостази барқарорлашади ва шундан сўнг метаболик тизим ресурсларни қайта тақсимлайди [6,9].

Биостимуляторлар бўйича замонавий таҳлиллар ҳам стрессга чидамлилик бирор алоҳида биокимёвий йўл билан эмас, балки сигнализация тизимлари жавоб йўналишини белгилайдиган, метаболик модуллар эса ресурслар билан таъминлайдиган иерархик тармоқ орқали шаклланишини таъкидлайди [13].

Шу нуқтаи назардан, ушбу тадқиқотдаги таъсир харитаси нафақат статистик боғлиқликларни визуаллаштиради, балки функционал модулларнинг эҳтимолий фаоллашиш кетма-кетлигини ҳам акс эттиради (4-расм).

Ген–белги ўзаро таъсирларининг тармоқ тузилиши ва барқарорликнинг марказий тугунлари

Тармоқ таҳлили биостимуляторлар таъсиридаги ғўза ген–белги тизими икки асосий фенотипик тугун — илдиз узунлиги ва поя узунлиги атрофида ташкилланган иерархик тармоқ эканлигини кўрсатди (5-расм).

Энг кучли боғланишлар Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3 ва Gh_CAT1 генлари атрофида жамланган бўлиб, уларни шўрланиш шароитида барқарор ўсишни мувофиқлаштирувчи асосий тугунлар сифатида қараш мумкин.

Ғўза ва бошқа экинларда шўрланишга чидамлилик бўйича олиб борилган тадқиқотларда стрессга чидамлилик алоҳида «чидамлилик генлари» билан эмас, балки коэкспрессия тармоқлари ва гормонал–редокс тизимларининг ўзаро бошқарилиши билан белгиланиши таъкидланади [9]. Бизнинг натижалар ҳам ушбу концепцияни тасдиқлаб, энг юқори корреляциялар айнан жавобни мувофиқлаштирувчи сигнал генларига тўғри келишини кўрсатди.

Gh_P5CS, Gh_SPS ва Gh_SuSy генларининг периферик жойлашуви ҳам муҳим аҳамиятга эга. Бу ҳолат биостимуляторлар умумий метаболизмни тўғридан-тўғри кучайтиришдан кўра, уни асосий регулятор марказлар орқали қайта дастурлашини кўрсатади [13].

Амалий нуқтаи назардан бу жуда муҳим хулоса ҳисобланади. Чунки биостимуляторлар самарадорлигини ёки шўрланишга чидамли генотипларни баҳолашда барча генларни таҳлил қилиш шарт эмас, балки гормонал ва антиоксидант бошқарув билан боғлиқ марказий маркерларга эътибор қаратиш самаралироқ бўлиши мумкин. Бу селекция ва молекуляр фенотиплаш ишларида истиқболли биомаркерларни аниқлашни анча соддалаштиради (5-расм).

Тадқиқотнинг энг муҳим натижаларидан бири навлар ўртасидаги яққол фарқларнинг аниқланганидир. Ishonch навида асосан мусбат шартли спецификлик қийматлари ва ген–белги муносабатларининг юқори мувофиқлашган профили кузатилди. Porloq-1 навида эса манфий томонга силжиган профил ва нисбатан гетероген кластер тузилиши қайд этилди (6-расм).

Бу натижалар шўр стресс ва биостимуляторлар таъсири биргаликда намоён бўлган шароитда Ishonch нави муҳим генлар экспрессиясидаги ўзгаришларни морфологик

кўрсаткичларнинг яхшиланиши билан мувофиқлаштирилган ҳолда амалга оширишини кўрсатади. Яъни, ушбу навда адаптив жавоб нисбатан яхлит ва мувофиқлашган характерга эга бўлган.

Аксинча, Porloq-1 навида ген экспрессияси ва ўсиш кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқлик нисбатан кучсиз бўлган. Бу ҳолат мазкур навнинг биостимуляторларга сезувчанлиги пастроқ эканлиги ёки адаптация жараёни юқорироқ энергетик харажат талаб қилишини кўрсатиши мумкин.

Бундай генотипик тафовутлар ғўза бўйича адабиёт маълумотлари билан ҳам тасдиқланади. Турли Gossypium турлари ва навларида шўрланишга жавоб бир хил фенотипик белгиларига қарамай, турлича молекуляр стратегиялар орқали амалга ошиши мумкин. Айрим навларда асосий роль ABA ва JA сигнал тизимларига тегишли бўлса, бошқаларида антиоксидант ҳимоя ёки ион транспорти механизмлари муҳим аҳамият касб этади [6,9].

Шунинг учун мазкур тадқиқотда аниқланган Ishonch ва Porloq-1 ўртасидаги фарқлар фақат жавоб кучидаги тафовут эмас, балки адаптив тизимнинг ички мувофиқлашув даражасидаги фарқларни ҳам акс эттиради. Интеграл ёндашувнинг асосий афзаллиги ҳам шундаки, у нафақат ген экспрессияси ўзгаришларини, балки молекуляр ва фенотипик даражалар ўртасидаги мувофиқлик сифатини ҳам баҳолаш имконини беради (6-расм).

Шўрланиш даражалари ва биостимулятор вариантлари бўйича ажралиш шуни ҳам кўрсатадики, биостимуляторлар универсал “ўсиш стимуляторлари” сифатида эмас, балки контекстга боғлиқ ҳолда ген–белги муносабатлари архитектурасини қайта ташкил қилувчи омиллар сифатида таъсир кўрсатади. Бу биостимуляторларни оддий озуқа манбаи ёки умумий ўсиш рағбатлантирувчиси эмас, балки физиологик пластикликни бошқарувчи модулатор сифатида қарашга оид замонавий қарашлар билан тўлиқ мос келади [13].

Хулоса. Интеграл таҳлил шуни кўрсатдики, модел шўр стресс шароитида биостимуляторларнинг ғўзага таъсири морфологик белгилар ёки ген экспрессиясидаги алоҳида ўзгаришлар йиғиндиси сифатида эмас, балки ўсиш параметрлари ва молекуляр жавоблар ўзаро мувофиқлашган ягона кўп босқичли адаптив тизим сифатида талқин қилиниши лозим. Корреляция, модулли, тармоқ, кластер ва ординатсион таҳлиллар илдиз ва поя узунлиги кўчатлардаги транскрипцион қайта дастурлашни турлича акс эттиришини кўрсатди, бунда илдиз тизими ҳам шўр стрессга, ҳам биостимулятор қўлланишига нисбатан интеграл жавобнинг сезгирроқ индикатори сифатида намоён бўлди. Морфологик белгилар билан энг кучли боғлиқлик Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3 ва Gh_CAT1 генлари учун аниқланди, бу барқарор адаптив фенотип шаклланишида гормонал бошқарув ва антиоксидант ҳимоянинг етакчи ролини кўрсатади. Шу билан бирга, осмопротекция ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генлар нисбатан камроқ ҳисса қўшган бўлса-да, адаптив жавобни метаболик жиҳатдан қўллаб-қувватловчи муҳим компонентлар бўлиб қолди.

Натижалар шуни ҳам кўрсатдики, морфологик ва молекуляр маълумотларни ягона аналитик доирада бирлаштириш таҳлилнинг ахборот қийматини сезиларли оширади. Ўсиш белгилари ёки ген экспрессияси алоҳида таҳлил қилинганда биологик жиҳатдан муҳим муносабатларнинг бир қисми яширин қолади. Интеграл ёндашув эса функционал жавоб модулларининг иерархик ташкилланишини аниқлаш, илдиз ва поя ўсиши билан энг кучли боғлиқ асосий генларни танлаш, генотипга хос фарқларни кўрсатиш ҳамда биостимуляторлар таъсири аввало морфогенез ва стрессга жавоб берувчи транскрипцион бошқарув ўртасидаги мувофиқликни кучайтириш орқали намоён бўлишини исботлаш имконини берди. Муҳими, ушбу аналитик ёндашув марказий регулятор механизмларни ҳамроҳ метаболик ўзгаришлардан ажратишга ва шу орқали индукция қилинган стрессга чидамлилик табиатини аниқроқ тавсифлашга имкон яратди.

Тадқиқотнинг муҳим натижаларидан бири интеграл жавобнинг генотипга хос эканини тасдиқлаш бўлди. Ishonch навида морфологик ва транскрипцион ўзгаришлар ўртасидаги боғлиқлик кўпроқ мувофиқлашган ва асосан ижобий характерда намоён бўлган бўлса, Porloq-1 навида жавоб профили нисбатан контраст ва камроқ мувофиқлашган бўлди. Бу шўрланиш шароитида биостимуляторлар самарадорлиги фақат препарат хусусиятларига эмас, балки

генотипнинг сигнализация, антиоксидант ва метаболик компонентларни ягона адаптив дастурга бирлаштириш қобилиятига ҳам боғлиқ эканини кўрсатади [13,22]. Шу сабабли, ғўзада биостимуляторларнинг истиқболли баҳоланиши алоҳида параметрларга эмас, балки ўсимлик ташкилланишининг турли даражалари ўртасидаги мувофиқлик даражасига асосланиши лозим.

Шундай қилиб, ушбу тадқиқот шўр стресс шароитида ғўзага биостимуляторлар таъсирини баҳолаш учун интеграл ёндашув энг мақбул стратегия эканини кўрсатди. У морфологик белгилар ва ген экспрессиясини бир вақтнинг ўзида ҳисобга олиш, адаптациянинг асосий регулятор тугунларини аниқлаш, генотипларни жавоб сифати бўйича фарқлаш ва натижада самарали биостимуляторлар ҳамда стрессга чидамли ғўза шаклларини кейинги физиологик, биокимёвий ва молекуляр тадқиқотлар учун танлашда мустаҳкам асос яратиш имконини беради.

Молиялаштириш. Мазкур иш Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси томонидан амалга оширилган базавий молиялаштириш ҳамда Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Инновацион ривожланиш агентлиги томонидан молиялаштирилган FL-9524115083 фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Singh A. Soil salinity: A global threat to sustainable development // Soil Use and Management. 2022. Vol. 38, No. 1. P. 39–67. https://doi.org/10.1111/sum.12772.

2. Khasanov S. et al. Impact assessment of soil salinity on crop production in Uzbekistan and its global significance // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2023. Vol. 342. Art. 108262. https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108262.

3. Khan M.A. et al. World cotton production and consumption: An overview // In: Ahmad S., Hasanuzzaman M. (eds.). Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies. Singapore: Springer, 2020. P. 1–7. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_1.

4. Maryum Z. et al. An overview of salinity stress, mechanism of salinity tolerance and strategies for its management in cotton // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. Art. 907937. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.907937.

5. Chaudhary M.T. et al. Impact of salinity stress on cotton and opportunities for improvement through conventional and biotechnological approaches // BMC Plant Biology. 2024. Vol. 24, No. 1. P. 1–13. https://doi.org/10.1186/s12870-024-04831-0.

6. Muhammad N. et al. New developments in understanding cotton's physiological and molecular responses to salt stress // Plant Stress. 2025. Vol. 15, No. 2. Art. 100742. https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100742.

7. Salakhutdinov I.B. et al. Evaluation of salt tolerance in cotton (Gossypium hirsutum L.) seedlings using the multitrait genotype-ideotype distance index (MGIDI) // Plant Science Today. 2026. Vol. 13, No. 1. P. 1–8. https://doi.org/10.14719/pst.6821.

8. Kamburova V.S. et al. Seed germination and morphological responses of cotton under model salt stress // Plant Science Today. 2025. Vol. 12, No. 4. P. 1–6. https://doi.org/10.14719/pst.5984.

9. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Functional genomics in plant abiotic stress responses and tolerance: From gene discovery to complex regulatory networks and their application in breeding // Proceedings of the Japan Academy, Series B. 2022. Vol. 98, No. 8. P. 470–492. https://doi.org/10.2183/pjab.98.031.

10. Khalid F. et al. Plant biostimulants: Mechanisms and applications for enhancing plant resilience to abiotic stresses // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2024. Vol. 24, No. 4. P. 6641–6690. https://doi.org/10.1007/s42729-024-01789-4.

11. Mashabela M.D. et al. Next-generation biostimulants: Molecular insights, digital integration, and regulatory frameworks for sustainable agriculture // Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. Art. 1710899. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1710899.

12. Wozniak E. et al. Biostimulant mode of action // In: Geelen D., Xu L. (eds.). The Chemical Biology of Plant Biostimulants. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, 2020. P. 205–227. https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch10.

13. Kaushal P. et al. Physiological and molecular insight of microbial biostimulants for sustainable agriculture // Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Art. 1041413. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1041413.

14. Uçarlı C. Effects of salinity on seed germination and early seedling stage // In: Fahad S. et al. (eds.). Abiotic Stress in Plants. IntechOpen, 2020. https://doi.org/10.5772/intechopen.88854.

15. Rouphael Y., Colla G. Synergistic biostimulatory action: Designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture // Frontiers in Plant Science. 2018. Vol. 9. Art. 1655. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655.

16. González-Morales S. et al. Transcriptomics of biostimulation of plants under abiotic stress // Frontiers in Genetics. 2021. Vol. 12. Art. 583888. https://doi.org/10.3389/fgene.2021.583888.

17. Gechev T. Genomics control of biostimulant-induced stress tolerance and crop yield enhancement // The Plant Journal. 2025. Vol. 123, No. 2. Art. e70382. https://doi.org/10.1111/tpj.70382.

18. Agarwal T., Ray S. Role of phytohormones in plant response to drought and salinity stresses // Plant Hormones in Crop Improvement. Academic Press, 2023. P. 109–128. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90943-1.00011-5.

19. Sheri V. et al. Antioxidant defense in cotton under environmental stresses: Unraveling the crucial role of a universal defense regulator for enhanced cotton sustainability // Plant Physiology and Biochemistry. 2023. Art. 108141. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108141.

20. Fang H. et al. Unveiling the role of GhP5CS1 in cotton salt stress tolerance: A comprehensive genomic and functional analysis of P5CS genes // Plants. 2025. Vol. 14, No. 2. Art. 231. https://doi.org/10.3390/plants14020231.

21. Peng J. et al. Effects of soil salinity on sucrose metabolism in cotton leaves // PLoS ONE. 2016. Vol. 11, No. 5. Art. e0156241. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156241.

22. Detcheverry E. et al. Genotype-dependent interactions between biostimulants and defense inducers in durum wheat: Implications for sustainable crop management // Agronomy. 2026. Vol. 16, No. 7. P. 689. https://doi.org/10.3390/agronomy16070689.

УЎК 633.511:581.1:577.2:631.811

МОДЕЛ ШЎР СТРЕСС ШАРОИТИДА БИОСТИМУЛЯТОРЛАРНИНГ ГЕН ЭКСПРЕССИЯ ДАРАЖАЛАРИГА ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ

В.С.Камбурова, б.ф.д., илмий ишлар бўйича директор ўринбосари, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент

Н.Р.Рахматова, б.ф.н., лаборатория мудири, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент

И.Б.Салахутдинов, б.ф.н., лаборатория мудири, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент

Ф.С.Ражапов, катта илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент

Д.И.Тожибоева, кичик илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент

Д.А.Мирзабаев, кичик илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент

Е.Ф.Назарова, кичик илмий ходим, ЎзР ФА Геномика ва Биоинформатика Маркази, Тошкент — кичик илмий ходим

Аннотация. *Шўрланиш ғўза маҳсулдорлигини чекловчи асосий абиотик стресс омилларидан бири ҳисобланади. Ушбу тадқиқотда турли чидамлиликка эга ғўза генотипларида шўр стрессга транскрипцион жавоб ва биостимуляторларнинг бу жараёнга таъсири ўрганилди.*

Натижалар шўр стресс гормонал сигналланиш, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генларни комплекс тарзда бошқаришини кўрсатди. Сезгир генотип (Isonch)да кўплаб муҳим генлар экспрессияси пасайган бўлса, чидамли генотипларда (Ravnaq-1, Porloq-1) улар сақланди ёки ошди.

Биостимуляторлар ичида энг юқори самара Rizocom-1да кузатилди, Microzim-1 ўртача, Hosil эса нисбатан кучсиз таъсир кўрсатди. PCA, корреляция ва MGIDI таҳлиллари биостимуляторлар чидамли генотиплар билан бирга қўлланилганда энг юқори стрессга чидамлиликка олиб келишини тасдиқлади.

Калит сўзлар: *Ғўза, шўр стресс, ген экспрессияси, биостимуляторлар, Rizocom-1, Microzim-1, гормонал сигналланиш, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув, углевод алмашинуви, генотип, PCA таҳлил, MGIDI индекси*

Аннотация. *Засоление является одним из ключевых абиотических факторов, ограничивающих продуктивность хлопчатника. В данном исследовании изучались транскрипционные механизмы ответа на солевой стресс у генотипов хлопчатника с различной устойчивостью, а также влияние биостимуляторов на эти процессы.*

Полученные результаты показали, что солевой стресс вызывает комплексную регуляцию генов, связанных с гормональной сигнализацией, антиоксидантной защитой, осмотической адаптацией и углеводным обменом. У чувствительного генотипа (Isonch) наблюдалось подавление экспрессии ключевых генов, тогда как у устойчивых генотипов (Ravnaq-1, Porloq-1) их экспрессия сохранялась или повышалась.

Среди биостимуляторов наибольшую эффективность показал Rizocom-1, затем Microzim-1, тогда как Hosil имел более слабое действие. Многомерный анализ (PCA, корреляция, MGIDI) подтвердил, что биостимуляторы наиболее эффективны в сочетании с устойчивыми генотипами.

Ключевые слова: *Хлопчатник, солевой стресс, экспрессия генов, биостимуляторы, Rizocom-1, Microzim-1, гормональная сигнализация, антиоксидантная защита, осмотическая адаптация, углеводный обмен, генотип, PCA-анализ, индекс MGIDI стойчивыми генотипами.*

Abstract. *Salinity is a major abiotic stress limiting cotton productivity worldwide. This study investigated transcriptional responses to salt stress in cotton genotypes with contrasting tolerance and evaluated the effects of biostimulants on gene expression regulation.*

Salt stress induced coordinated regulation of genes involved in hormonal signaling, antioxidant defense, osmotic adjustment, and carbohydrate metabolism. In the sensitive genotype (Isonch), key genes were downregulated, whereas tolerant genotypes (Ravnaq-1, Porloq-1) maintained or enhanced their expression.

Among biostimulants, Rizocom-1 showed the strongest effect, followed by Microzim-1, while Hosil exhibited weaker activity. Multivariate analyses (PCA, correlation, MGIDI) confirmed that biostimulants are most effective when combined with tolerant genotypes.

Key words: *Cotton, salt stress, gene expression, biostimulants, Rizocom-1, Microzim-1, hormonal signaling, antioxidant defense, osmotic adjustment, carbohydrate metabolism, genotype, PCA analysis, MGIDI index.*

Кириш. Тупроқ шўрланиши қишлоқ хўжалик экинларининг ўсиши, ривожланиши ва ҳосилдорлигини чекловчи энг муҳим абиотик стресс омилларидан бири ҳисобланади [1–3]. Бу муаммо, айниқса, суғориладиган деҳқончилик шароитида, шўрланишга кўпроқ дучор бўладиган ғўза учун жуда муҳимдир [4,5]. Тупроқда тузларнинг ортиқча тўпланиши осмотик стресс, ион мувозанатининг бузилиши, сув алмашинувининг издан чиқиши ва реактив кислород шаклларининг кўпайишига олиб келади. Бу эса ҳужайра гомеостазининг бузилиши, асосий физиологик ва биокимёвий жараёнларнинг сусайиши ҳамда ҳосилдорликнинг пасайишига сабаб бўлади [1,6,7]. Бироқ стресс таъсирининг даражаси нафақат унинг кучига, балки ўсимликнинг молекуляр ҳимоя механизмларини тез ва мувофиқ тарзда қайта ташкил этиш қобилиятига ҳам боғлиқ.

Мослашув жараёни стресс сигналларини қабул қилиш, гормонал бошқарув, антиоксидант ҳимоя, осмотик мослашув ва углевод алмашинувини назорат қилувчи генлар экспрессиясидаги ўзгаришлар билан таъминланади [4,8,9]. Жумладан, Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3 ва Gh_ICS1 каби гормонга боғлиқ генлар сигнал тизимининг дастлабки босқичларини ифодалайди; Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1 каби генлар антиоксидант ҳимояда иштирок этади; Gh_P5CS, Gh_SPS ва Gh_SuSy эса осмотик мослашув ва углевод гомеостазини таъминлайди. Ушбу ген гуруҳларини биргаликда ўрганиш стрессга жавобни алоҳида реакциялар йиғиндиси эмас, балки яхлит молекуляр тизим сифатида тушуниш имконини беради.

Сўнгги йилларда биопрепаратлар ўсимликларни абиотик стрессларга чидамлилигини оширишда экологик хавфсиз ва истиқболли восита сифатида катта эътиборга эга бўлмоқда [10–12]. Улар нафақат физиологик ҳолатни яхшилайди, балки стрессга жавоб берувчи генларнинг экспрессиясини ҳам бошқариши мумкин [13–15]. Биопрепаратлар таъсирида гормонал сигналланиш, антиоксидант тизим, осмопротекторлар синтези ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генлар фаоллашади. Шу боис, уларни оддий ўсиш стимулятори эмас, балки молекуляр стресс жавобини бошқарувчи восита сифатида қараш мақсадга мувофиқ [15–17].

Бироқ биопрепаратларнинг таъсири универсал эмас ва генотипга кучли боғлиқдир [18,19]. Турли навларда бир хил препарат турлича ген экспрессиясини чақириши мумкин, чунки таъсир ўсимликнинг ички адаптив салоҳиятига боғлиқ ҳолда намоён бўлади [19,20]. Шу

сабабли шўрга чидамли ва сезгир генотипларни қиёсий ўрганиш биопрепаратларнинг самарадорлигини тушунишда муҳим аҳамиятга эга.

Шунга қарамасдан, ғўзада биопрепаратларнинг шўрга чидамлилик генлари экспрессиясига таъсири ҳали тўлиқ ўрганилмаган. Айниқса, уларнинг гормонал, антиоксидант ва метаболик тизимларга бир вақтнинг ўзида қандай таъсир кўрсатиши ҳақида маълумотлар етарли эмас. Шунинг учун ушбу тадқиқотда шўр стресс шароитида турли генотипларда ген экспрессияси ўзгаришлари комплекс равишда ўрганилди.

Ушбу тадқиқотнинг мақсади — шўрга чидамли ва сезгир ғўза генотипларида биопрепаратларнинг асосий шўрга чидамлилик генлари экспрессиясига таъсирини аниқлашдир.

Тадқиқот вазифалари қуйидагилардан иборат:

Гормонга боғлиқ генлар (Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3, Gh_ICS1) экспрессиясини баҳолаш;

Антиоксидант тизим генлари (Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX, Gh_GR) фаоллигини аниқлаш;

Осмотик мослашув ва углевод алмашинуви генлари (Gh_P5CS, Gh_SPS, Gh_SuSy) ўзгаришини ўрганиш;

Сезгир ва чидамли генотиплар ўртасида транскрипцион жавобни солиштириш;

Энг самарали биопрепаратларни аниқлаш;

Биомаркер сифатида аҳамиятли генларни белгилаш.

Шу тариқа, ушбу тадқиқот биопрепаратлар шўр стресс шароитида гормонал, антиоксидант, осмотик ва метаболик тизимларга қандай таъсир кўрсатишини ҳамда бу ўзгаришлар ғўзанинг шўрга чидамлилиги билан қандай боғлиқлигини аниқлашга қаратилган.

Материаллар ва усуллар

Тадқиқот объекти ва тажриба дизайни. Тадқиқот объектлари сифатида классик селекция асосида яратилган ғўза навлари (Ишонч, Ан-Байовут-2 ва Наманган-77), маркер-ассоциацияланган селекция асосида олинган Равнақ-1 ҳамда биотехнологик селекция орқали яратилган Порлок-1 навлари, шунингдек уруғларни ишлов бериш учун қўлланилган биопрепаратлар (Microzim-1, Microzim-2, Rizokom-1, Rizokom-2 ва Hosil) танланди.

Уруғларга ишлов бериш ишлаб чиқарувчи кўрсатмаларига мувофиқ биостимулятор эритмасида уруғларни намлаш орқали амалга оширилди. Ишлов берилмаган ғўза уруғлари назорат варианти сифатида хизмат қилди.

Тадқиқот мақсадларига эришиш учун тажрибалар назорат қилинадиган фитотрон шароитларида ўстирилган ўсимликларда олиб борилди.

Ғўза (*Gossypium hirsutum* L.) уруғлари стерилланган озуқа муҳитига экилиб, стандарт фитотрон шароитларида ўстирилди. Уруғлар 28 °C ҳароратда 3 кун давомида қоронғилик шароитида инкубация қилинди. Учинчи кундан сўнг, ниш берган уруғлар Петри идишларидан фотопериодик шароитга ўтказилди (16/8 соатлик кун/тун режими), ёруғлик интенсивлиги 5000 люксни ташкил этди. Нишлар пайдо бўлгандан сўнг ўсимликлар тупроққа кўчирилди.

Тузли стрессни моделлаштириш мақсадида ўсимликлар назорат ва тажриба гуруҳларига ажратилди. 21 кун давомида назорат гуруҳидаги ўсимликлар дистилланган сув билан суғорилди, тажриба гуруҳидаги ўсимликлар эса 50 ва 150 мМ концентрациядаги NaCl эритмаси билан ишлов берилди. Осмотик шокни олдини олиш мақсадида туз концентрацияси ҳар куни 25 мМ дан босқичма-босқич ошириб борилди, белгиланган концентрацияга етказилди.

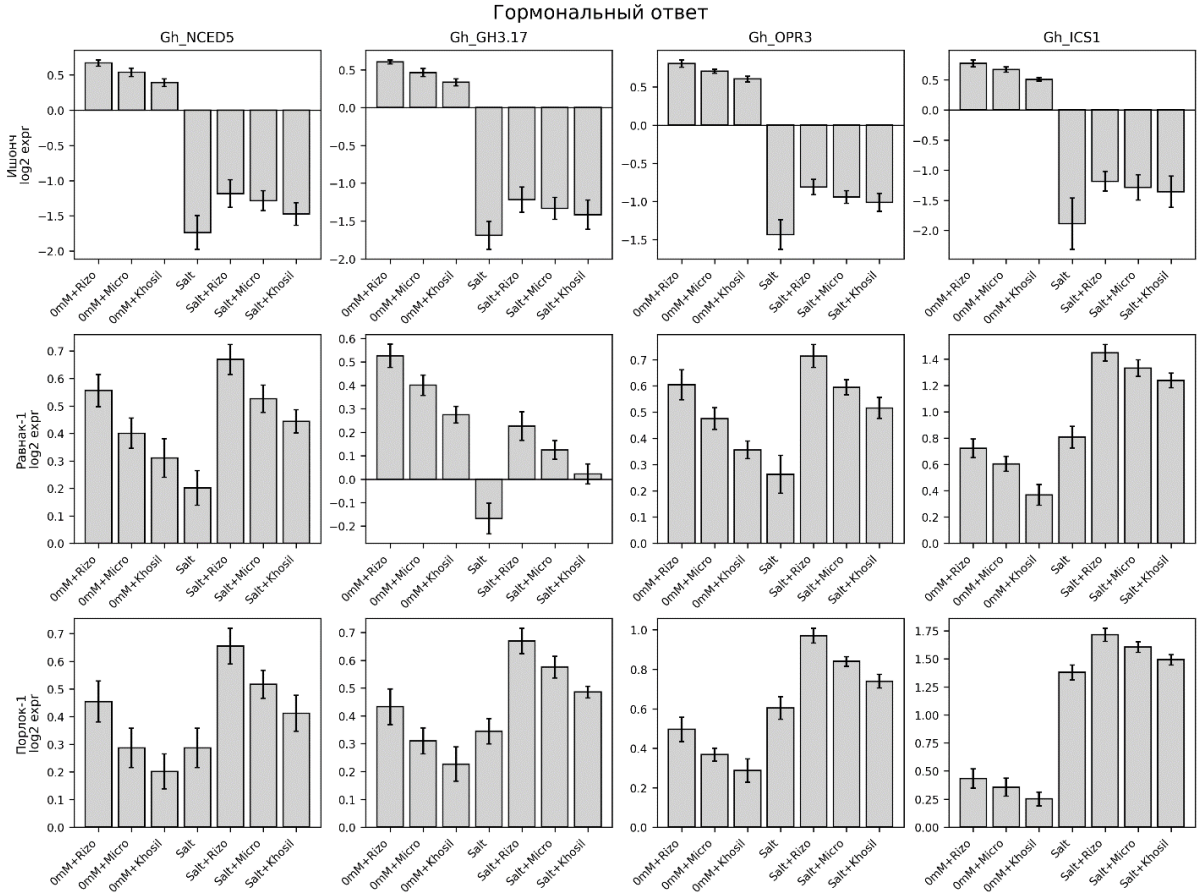
4–5 та ҳақиқий барг шаклланган сўнг ўсимликлар йиғиб олинди, тозаланди ва зарур таҳлиллар ўтказилди.

Барча тажрибалар бешта биологик такрор асосида амалга оширилди.

Олинган натижалар. Туз стресс ва биопрепаратлар таъсирида гормонга боғлиқ генлар экспрессиясидаги ўзгаришлар

Ўсимликларнинг шўр стрессга дастлабки жавоби асосан гормонал сигналланиш тизимининг қайта ташкил этилиши билан намоён бўлди. Бу жараён энг яққол ҳолда Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3 ва Gh_ICS1 генлари экспрессиясида кузатилди (1-расм).

Ушбу генлар гуруҳи стрессга жавобнинг эрта регулятор босқичини ифодалайди ва кейинчалик антиоксидант тизим ҳамда метаболик жараёнларнинг йўналишини белгилаб беради. Шу сабабли мазкур функционал блок биринчи навбатда таҳлил қилинди, чунки у ўсимликнинг адаптив жавоб стратегиясини шакллантиришда асосий роль ўйнайди.



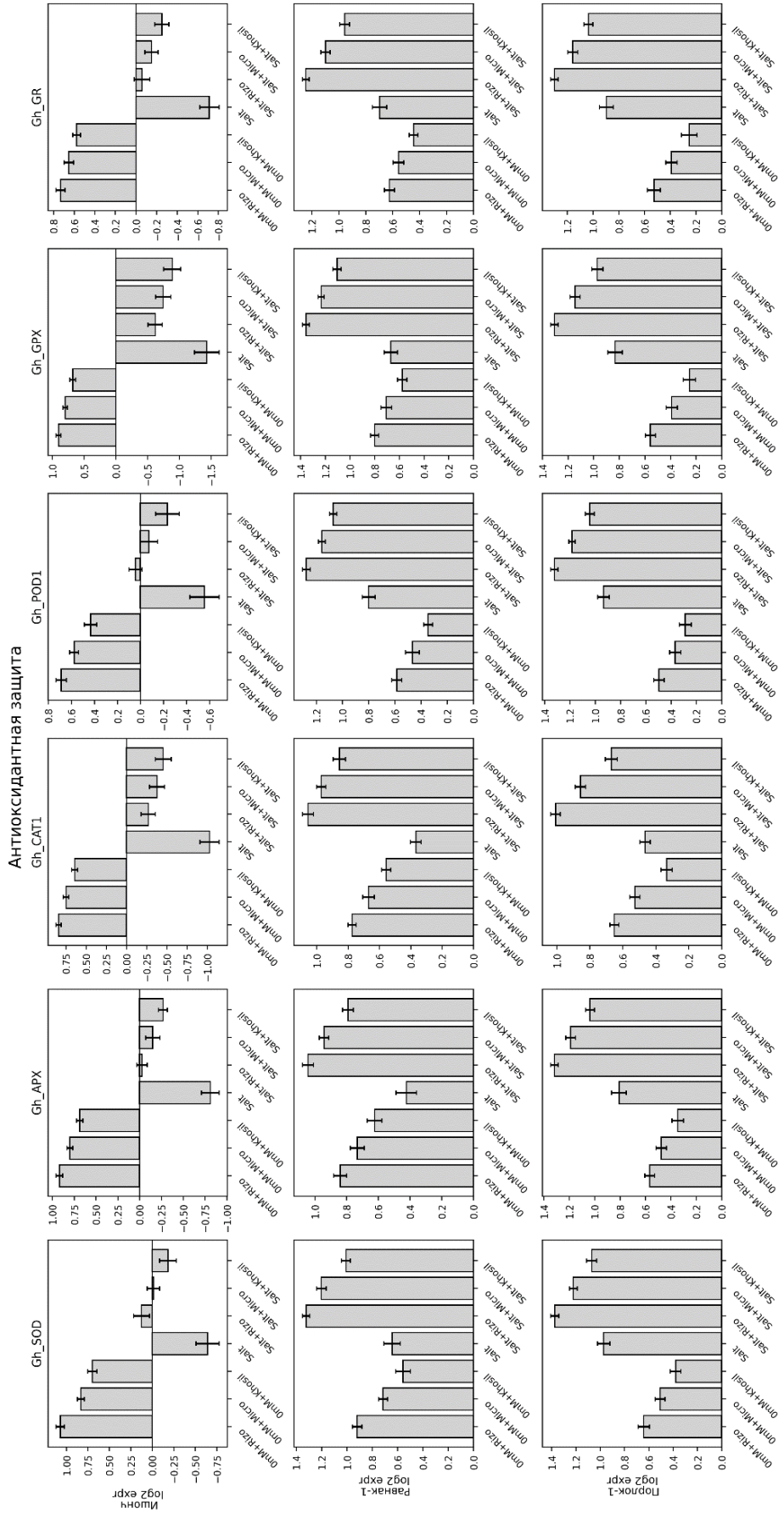
1-Расм. Ғўза генотипларининг туз стресс ва биопрепаратлар таъсирига гормонал жавоби

Ғўза генотиплари (Ishonch, Ravnaq-1 ва Porloq-1)да шўр стресс ва биопрепаратлар таъсири остида Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3 ва Gh_ICS1 генларининг нисбий экспрессия ўзгаришлари кўрсатилган. Қуйидаги вариантлар таҳлил қилинган: назорат (0 мМ), шўр стресс (150 мМ NaCl), шўр стресс + Rizokom-1 (Salt+Rizo), шўр стресс + Microzim-1 (Salt+Micro), ва шўр стресс + Hosil (Salt+Hosil). Диаграммада устунлар ўртача қийматлар ± стандарт оғиш (mean ± SD, n = 5) ни ифодалайди. Устунлар устидаги турли ҳарфлар турли ишловлар ўртасида Tukey HSD тестига кўра статистик аҳамиятли фарқлар ($p < 0.05$) мавжудлигини кўрсатади.

Ишонч генотипида гормонга боғлиқ генлар экспрессияси. Ишонч генотипида 150 мМ NaCl таъсирида, ишлов берилмаган шароитда, ўрганилган барча гормонга боғлиқ генларнинг сезиларли даражада пасайиши кузатилди. Gh_NCED5 экспрессияси 0.30, Gh_GH3.17 — 0.31, Gh_OPR3 — 0.37 ва Gh_ICS1 — 0.27 гача камайди (назоратга нисбатан). Логарифмик ифодада бу, айниқса Gh_ICS1 ва Gh_NCED5 учун энг паст қийматлар сифатида намоён бўлди (1-расм). Бу ҳолат сезгир генотипда шўр стресс ABA, ауксин/JA ва SA сигналланиш тизимларининг умумий сусайишига олиб келишини кўрсатади.

Биопрепаратлар қўлланилганда ушбу пасайиш қисман юмшатилди, бироқ тўлиқ тикланиш кузатилмади. Salt+Rizo вариантида экспрессия қийматлари Gh_NCED5 — 0.44, Gh_GH3.17 — 0.43, Gh_OPR3 — 0.56 ва Gh_ICS1 — 0.44 ни ташкил этди. Salt+Micro учун мос равишда 0.41, 0.39, 0.53 ва 0.39, Salt+Hosil учун эса 0.36, 0.34, 0.50 ва 0.39 қайд этилди. Демак,

сезгир генотипда ишлов берилгандан кейин ҳам асосий гормонал маркерлар назорат даражасига етмади.



2- Расм. Шўр стресс ва биопрепаратлар таъсирида ғўза генотипларида антиоксидант ҳимоя генлари экспрессияси

Ravnaq-1 генотипида шўр стресс сезиларли даражада кучли сусайишга олиб келмади, айрим ҳолларда ҳатто айрим генлар фаоллиги сақланди ёки ошди. Масалан, Gh_ICS1 шўр шароитида 1.75 га етди ва Rizokom-1 таъсирида 2.71 гача ошди; Gh_OPR3 эса 1.20 дан 1.64 га кўтарилди.

Porloq-1 генотипида эса бу тенденция янада кучлироқ намоён бўлди: Gh_NCED5 1.59, Gh_OPR3 1.96 ва Gh_ICS1 2.24 (Salt+Rizo шароитида) қайд этилди (1-расм). Бу натижалар чидамли генотипларда гормонал сигналланиш шўр стресс шароитида нафақат сақланишини, балки биопрепаратлар таъсирида фаоллашишини кўрсатади.

Умумий тенденцияга кўра, барча генотипларда энг кучли стимулловчи таъсир Rizokom-1 да кузатилди, ундан кейин Microzim-1, энг паст таъсир эса Hosil препаратида намоён бўлди. Бу фарқ айниқса Gh_ICS1 ва Gh_OPR3 генларида яққол кўринди, яъни SA ва JA сигналланиш компонентлари билан боғлиқ генларда.

Гормонал қайта дастурлашдан сўнг, навбатдаги муҳим жавоб босқичи антиоксидант ҳимоя тизимининг фаоллашиши билан боғлиқ бўлди. Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX ва Gh_GR генларининг экспрессияси генотиплар ва ишловлар ўртасида энг кенг ва биологик жиҳатдан муҳим фарқларни кўрсатди (2-расм).

Ишонч генотипида шўр стресс (ишловсиз) антиоксидант тизимнинг барча компонентларида сезиларли сусайишга олиб келди. Экспрессия қийматлари Gh_SOD — 0.64, Gh_APX — 0.57, Gh_CAT1 — 0.49, Gh_POD1 — 0.68, Gh_GPX — 0.37 ва Gh_GR — 0.61 ни ташкил этди. Энг кучли ингибиция Gh_GPX ва Gh_CAT1 да кузатилди, бу реактив кислород шаклларини зарарсизлантириш қобилияти пасайганини кўрсатади.

Биопрепаратлар қўлланилганда антиоксидант тизим қисман тикланди. Salt+Rizo шароитида экспрессия Gh_SOD — 1.10, Gh_APX — 0.98, Gh_CAT1 — 0.81, Gh_POD1 — 1.04, Gh_GPX — 0.65 ва Gh_GR — 0.94 гача ошди. Salt+Micro бироз пастроқ натижалар берди, Salt+Hosil эса энг кучсиз компенсацион таъсирни кўрсатди. Демак, сезгир генотипда биопрепаратлар антиоксидант ҳолатни яхшилаган бўлса-да, тизимни тўлиқ тиклай олмади.

Ravnaq-1 ва Porloq-1 генотипларида жавоб тубдан фарқ қилди. Шўр стресс шароитида ҳам бир қатор антиоксидант генлар экспрессияси назорат даражасида сақланди ёки ундан юқори бўлди. Айниқса Rizokom-1 қўлланилганда барча олти геннинг кучли фаоллашиши кузатилди.

Ravnaq-1 да Salt+Rizo шароитида экспрессия қийматлари: Gh_SOD — 2.50, Gh_CAT1 — 2.06, Gh_POD1 — 2.57, Gh_GPX — 2.56 ва Gh_GR — 2.35 ни ташкил этди. Porloq-1 да эса мос равишда 2.59, 2.01, 2.50, 2.47 ва 2.46 қийматлар қайд этилди (2-расм).

Антиоксидант тизим адаптациянинг марказий эффектор модули сифатида ишлади ва энг юқори фаоллик чидамли генотипларда, айниқса Rizokom-1 таъсирида кузатилди. Кўпчилик генлар учун биопрепаратлар самарадорлиги қуйидаги тартибда намоён бўлди: Rizokom-1 > Microzim-1 > Hosil. Бу тенденция айниқса Gh_SOD, Gh_GPX ва Gh_GR генларида яққол кўринди.

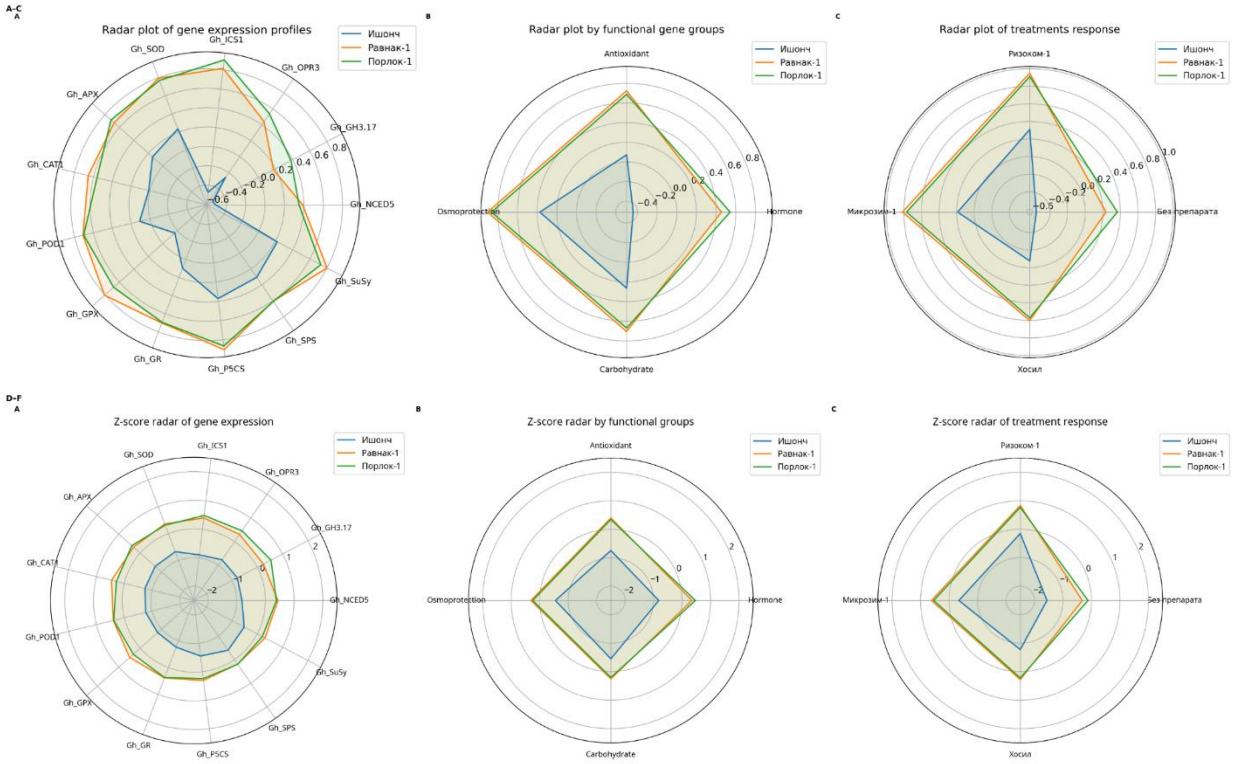
Ғўза генотиплари (Ishonch, Ravnaq-1 ва Porloq-1)да шўр стресс ва биопрепаратлар таъсири остида Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX ва Gh_GR генларининг нисбий экспрессия ўзгаришлари кўрсатилган. Ишловлар қуйидагича белгиланган: 0 мМ — назорат; 150 мМ NaCl — шўр стресс; Salt+Rizo — шўр стресс + Rizokom-1; Salt+Micro — шўр стресс + Microzim-1; Salt+Hosil — шўр стресс + Hosil. Маълумотлар ўртача қиймат ± стандарт оғиш (mean ± SD, n = 5) кўринишида тақдим этилган. Устунлар устидаги турли ҳарфлар Tukey HSD тестига кўра ($p < 0.05$) ўртача қийматлар ўртасида статистик жиҳатдан аҳамиятли фарқлар мавжудлигини англатади.

Radar диаграммалар асосида интеграл функционал модул профиллари

Интеграл radar диаграммалар (3-расм) ҳар бир ген ва функционал гуруҳ даражасидаги жавобларни умумлаштириш учун қўлланилди.

Шўр стресс бўлмаган шароитдаёқ Ravnaq-1 ва Porloq-1 генотиплари Ишончга нисбатан Антиоксидант, Гормонал, Осмопротектор ва Углевод алмашинуви блоклари бўйича юқорироқ қийматлар билан тавсифланди.

150 мМ NaCl таъсирида, биостимулятор қўлланилмаган ҳолатда, Ишонч генотипида деярли барча функционал категориялар бўйича кўрсаткичлар салбий томонга силжиши кузатилди, шу билан бирга чидамли генотиплар асосан ижобий (позитив) профилларни сақлаб қолди.



3-расм. Молекуляр жавобнинг функционал блоклари бўйича интеграл radar профиллари

Ушбу расмда шўр стресс ва биостимуляторлар таъсирида ғўза генотипларининг интеграл функционал профилларини акс эттирувчи radar диаграммалар келтирилган. Ҳар бир диаграмма тўрт асосий категорияни ўз ичига олади: гормонал жавоб, антиоксидант ҳимоя, осмопротекция ва углевод алмашинуви. Ҳар бир ўқ тегишли функционал блокнинг нормаллаштирилган интеграл индексини ифодалайди. Полигон майдонининг катталашиши молекуляр даражадаги стрессга чидамлилик механизмларининг кучайганини англатади.

Биостимуляторлар, айниқса Rizocom-1 ва Microzim-1 қўлланилгандан сўнг, барча генотипларда radar профилларининг майдони сезиларли даражада ошди. Энг юқори ўсиш Ravnaq-1 ва Porloq-1 генотипларида кузатилди.

Бу ҳолат биостимуляторларнинг таъсири фақат алоҳида генлар даражасида эмас, балки бутун тизим миқёсида — яъни гормонал, антиоксидант, осмотик ва метаболик жараёнларни бир вақтнинг ўзида фаоллаштирувчи интеграл ва системали характерга эга эканлигини тасдиқлайди.

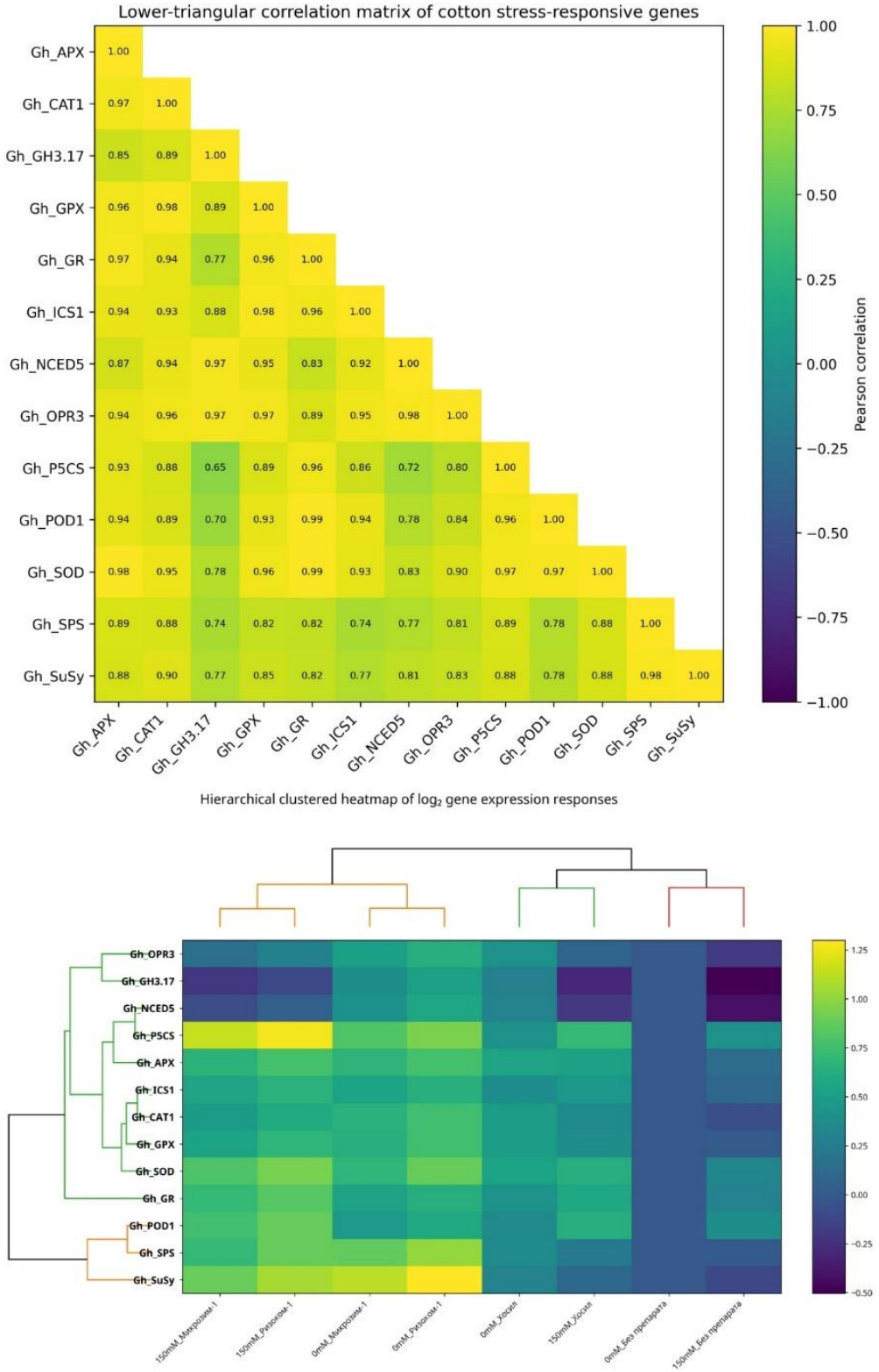
Корреляцион тузилма ва кластерлаш стрессга боғлиқ генларнинг мувофиқ фаоллигини кўрсатади

Корреляцион таҳлил натижалари ўрганилган генлар ягона, ўзаро чамбарчас боғланган тизим сифатида фаолият юритишини кўрсатди (4-расм). Pearson корреляция коэффициентлари асосан r = 0.72–0.99 оралиғида бўлди. Энг кучли мусбат корреляциялар Gh_SOD ва Gh_GR (r = 0.99), Gh_APX ва Gh_GPX (r = 0.96), Gh_P5CS ва Gh_SOD (r = 0.97) ҳамда Gh_SPS ва Gh_SuSy (r = 0.98) ўртасида кузатилди.

Иерархик кластерлаш натижалари бир нечта барқарор функционал модулларни ажратиб кўрсатди. Gh_OPR3, Gh_GH3.17 ва Gh_NCED5 гормонал генлар бир гуруҳга бирлашди; Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_GPX, Gh_SOD ва Gh_GR антиоксидант тизим кластери сифатида ажралди; Gh_POD1, Gh_SPS ва Gh_SuSy эса метаболизм билан боғлиқ алоҳида блокни ташкил этди. Gh_P5CS генининг бу гуруҳлар орасида оралиқ позицияда жойлашиши унинг стресс жавоб тизимида интегратив рол ўйнашини кўрсатади.

Тармоқли ўзаро таъсирлар ва регуляциянинг концептуал модели

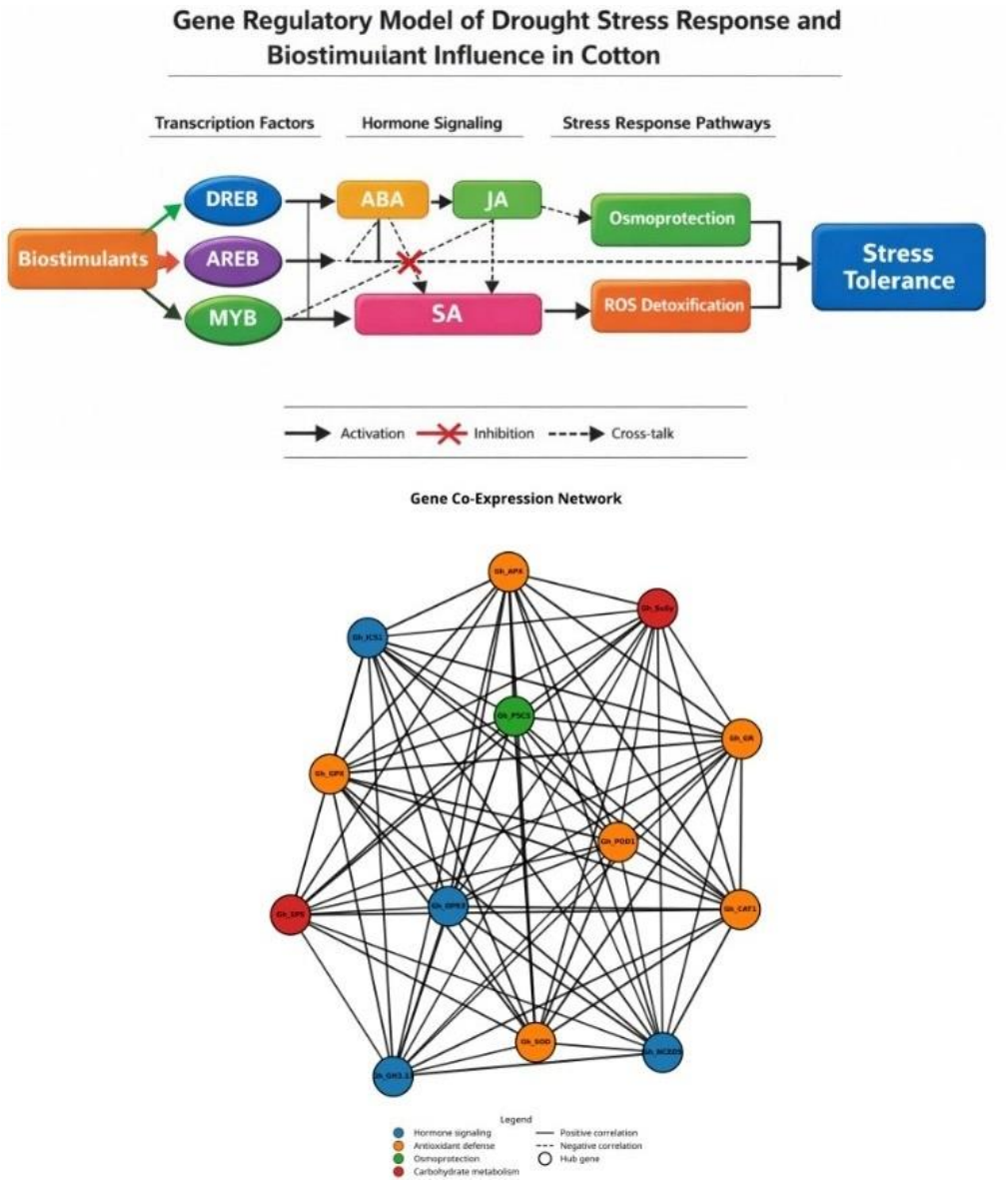
Тармоқ (network) таҳлили корреляцион натижаларни тўлдириб, умумий генетик тизимда марказий ўринни Gh_APX, Gh_GPX, Gh_SOD, Gh_GR, Gh_P5CS ва Gh_SuSy генлари эгаллашини кўрсатди (5-расм). Бу ҳолат антиоксидант–осмопротектор модули адаптив жавобнинг структура ядросини ташкил қилишини англатади.



4-расм. Стрессга жавоб берувчи генларнинг корреляцион heatmap ва кластерлаш таҳлили.

Ушбу расмда шўр стресс ва биостимуляторлар таъсири остида ғўза генотипларида ўрганилган генлар экспрессияси ўртасидаги Pearson корреляция коэффициентлари (r) ни ифодаловчи heatmap келтирилган. Ранг шкаласи корреляциянинг кучи ва йўналишини акс эттиради.

Диаграммадаги дендрограммалар иерархик кластерлаш натижаларини кўрсатиб, экспрессияси мувофиқ равишда ўзгарувчи генлар гуруҳларини аниқлаш имконини беради. Юқори мусбат корреляция коэффициентлари тегишли молекуляр йўллар ўртасида кучли функционал боғлиқлик мавжудлигини англатади.



5-расм. Гормонал, антиоксидант ва метаболик жавобларда иштирок этувчи генлар ўртасидаги ўзаро таъсирлар тармоқ модели

Ушбу расмда шўр стресс ва биостимуляторлар таъсири остида ғўза генотипларида гормонал жавоб, антиоксидант ҳимоя, осмопротекция ва углевод алмашинуви билан боғлиқ генлар ўртасидаги ўзаро алоқаларни ифодаловчи тармоқ модели келтирилган. Тугунлар (nodes) алоҳида генларни, қирралар (edges) эса корреляцион таҳлил асосида аниқланган муҳим боғлиқликларни ифодалайди. Тугунларнинг ўлчами ва жойлашуви уларнинг тармоқдаги нисбий аҳамиятини кўрсатади ҳамда стресс жавобида марказий регулятор ва эффектор вазифасини бажариши мумкин бўлган генларни аниқлаш имконини беради.

Концептуал регулятор модел гормонал сигналланиш (ABA, JA ва SA) антиоксидант тизим орқали ROS детоксикацияси ва осмотик мослашув механизмлари билан боғланганини, бу эса охир-оқибат стрессга чидамлилик шаклланишига олиб келишини кўрсатди (5-расм). Бу схема юқорида тасвирланган кетма-кетлик билан мос келади: аввал гормонал регуляция, сўнг антиоксидант жавоб ва кейин метаболик барқарорлашув.

Олинган натижалар муҳокамаси. Олинган натижалар биостимуляторларнинг энг биринчи ва концептуал жиҳатдан муҳим таъсир нуқтаси гормонал жавоб блоки (Gh_NCED5,

Gh_GH3.17, Gh_OPR3, Gh_ICS1) билан боғлиқ эканини кўрсатди (1-расм). Сезгир Isonch генотипида шўр стресс ушбу генларнинг барчаси экспрессиясининг кескин пасайишига олиб келган бўлса, Ravnaq-1 ва Porloq-1 да, айниқса Rizocom-1 ва Microzim-1 таъсирида, уларнинг фаоллиги сақланган ёки ошган.

Бу ҳолат ўсимликларнинг шўрга мослашуви гормонал баланс қайта ташкил этилишидан бошланишини тасдиқлайди. Айниқса ABA, JA ва SA сигнал йўллари кейинги антиоксидант ва метаболик жавобларни мувофиқлаштиради. Шу маънода биостимуляторлар гормонал бошқарувнинг марказий тугунида таъсир кўрсатади.

Gh_NCED5 генининг хулқи айниқса муҳим. У ABA биосинтезининг асосий компоненти бўлиб, унинг фаоллашиши адаптив жараёнлар — осмотик мослашув, устьица бошқаруви ва стресс сигналланиши билан боғлиқ. Шунга кўра, Ravnaq-1 ва Porloq-1 да ушбу ген экспрессиясининг ошиши ABA-орқали бошқариладиган адаптив механизмларнинг кучайганини кўрсатади. Аксинча, Isonch да унинг кескин пасайиши регулятор йўлнинг заифлигини англатади.

Gh_OPR3 (JA биосинтези) ва Gh_ICS1 (SA йўли) динамикаси ҳам шунга мос равишда шарҳланади: уларнинг биостимуляторлар таъсирида, айниқса Rizocom-1 да, фаоллашиши шўр стрессга чидамлиликни таъминловчи асосий сигнал тизимларидан бирини ташкил қилади.

Умуман, гормонал блок нафақат маркер, балки тизимни бошқарувчи марказ сифатида ишлайди. Биостимуляторлар ABA–JA–SA ўзаро таъсир нуқтасини фаоллаштириб, кейинги антиоксидант ва осмопротектор жавобларни ишга туширади.

Биостимуляторлар орқали антиоксидант тизимнинг фаоллашиши

Гормонал қайта дастурлашдан кейинги босқич антиоксидант тизим фаоллиги билан боғлиқ бўлиб, биостимуляторлар таъсири энг яққол шу ерда намоён бўлди (2-расм). Isonch генотипида Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX ва Gh_GR генлари сусайган бўлса, Ravnaq-1 ва Porloq-1 да улар биостимуляторлар таъсирида сақланган ёки кучли ошган.

Бу ҳолат шўр стресс натижасида ҳосил бўладиган ROS ортиқча миқдорини нейтраллашда антиоксидант фермент тизимининг марказий аҳамиятга эга эканини тасдиқлайди. Айниқса SOD, CAT, APX, POD ва GR ферментлари шўр стрессга қарши асосий ҳимоя ядросини ташкил этади.

Муҳим жиҳати шундаки, биостимуляторлар бир нечта компонентни бир вақтнинг ўзида фаоллаштиради:

Gh_SOD — супероксид радикалларни йўқ қилади

Gh_CAT1 / Gh_APX — H_2O_2 парчаланишини таъминлайди

Gh_GR — глутатион тизимини сақлайди

Gh_GPX / Gh_POD1 — пероксид детоксикациясини кучайтиради

Бу эса айниқса Rizocom-1 ва Microzim-1 таъсирида Ravnaq-1 ва Porloq-1 да антиоксидант тизимнинг системали фаоллашувини кўрсатади.

Radar профиллар биостимулятор таъсирининг системали эканини тасдиқлайди. Radar диаграммалар (3-расм) биостимуляторлар таъсирини алоҳида генлар эмас, балки тўрт асосий функционал блок бўйича (гормонал жавоб, антиоксидант ҳимоя, осмопротекция ва углевод алмашинуви) умумлаштириб кўрсатади.

Натижалар биостимуляторлар таъсири локал эмас, балки системали эканини кўрсатди. Айниқса Ravnaq-1 ва Porloq-1 да Salt+Rizo ва Salt+Micro шароитида radar профил майдонининг кенгайиши кўп тизимли фаоллашувни тасдиқлайди.

Isonch да ҳам қисман ўсиш кузатилган бўлса-да, у анча паст даражада қолган. Бу биостимуляторлар генотипнинг ички адаптив салоҳиятини оширишини, аммо уни тўлиқ компенсация қилмаслигини кўрсатади.

Корреляцион тузилма ва генетик тизим бирлиги

Корреляцион таҳлил (4-расм) генлар мустақил эмас, балки ўзаро боғланган тизим сифатида ишлашини кўрсатди. Антиоксидант генлар, шунингдек Gh_P5CS, Gh_SPS ва Gh_SuSy ўртасидаги кучли мусбат корреляциялар редокс гомеостаз, осмотик мослашув ва углевод алмашинуви бир-бири билан чамбарчас боғлиқ эканини тасдиқлайди.

Gh_P5CSнинг оралиқ позицияси уни интегратор ген сифатида намоён қилади, чунки пролин ҳам осмотик ҳимоя, ҳам антиоксидант тизимни қўллаб-қувватлашда иштирок этади.

Тармоқ модели ва марказий генлар. Тармоқ таҳлили (5-расм) марказий "hub" генлар сифатида Gh_APX, Gh_GPX, Gh_SOD, Gh_GR, Gh_P5CS ва Gh_SuSy ни аниқлади. Бу биостимуляторлар таъсири нафақат гормонал регуляция, балки тўғридан-тўғри редокс ва метаболик барқарорликни таъминловчи генларга ҳам боғлиқ эканини кўрсатади.

Концептуал моделга кўра, ABA, JA ва SA сигналлари ROS детоксикация ва осмопротекция йўлларини фаоллаштиради, биостимуляторлар эса ушбу каскадни кучайтирувчи роль ўйнайди. Бу замонавий адабиётлардаги PGPB ва биостимуляторлар модели билан тўлиқ мос келади.

Хулоса. Ушбу тадқиқот ғўзанинг шўр стрессга транскрипцион жавоби ўзаро боғланган регулятор ва эффектор жараёнлар иерархик тизими сифатида ташкил топганини ҳамда биостимуляторлар бу жараённи генотипга боғлиқ равишда сезиларли даражада ўзгартириши мумкинлигини кўрсатди.

Мослашувнинг биринчи босқичи гормонал қайта дастурлаш бўлиб, Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3 ва Gh_ICS1 генлари экспрессиясидаги ўзгаришлар орқали намоён бўлди (1-расм). Сезгир Isonch генотипида шўр стресс ABA-, JA- ва SA-сигналланиш компонентларининг сусайишига олиб келган бўлса, Ravnaq-1 ва Porloq-1 да, айниқса Rizocom-1 таъсирида, ушбу генлар фаоллиги сақланган ёки ошган. Бу биостимуляторлар таъсири стрессга дастлабки гормонал мувофиқлашув босқичидан бошланишини кўрсатади.

Кейинги муҳим босқич антиоксидант тизим бўлиб, Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX ва Gh_GR генлари билан ифодаланди (2-расм). Ушбу блок биостимуляторларнинг асосий эффектор модули сифатида ишлади. Isonch да стресс ушбу генлар экспрессиясини пасайтирган бўлса, Ravnaq-1 ва Porloq-1 да, айниқса Salt+Rizo ва Salt+Micro шароитида, кучли фаоллашув кузатилди. Бу биостимуляторлар ROS детоксикациясини кучайтириб, редокс гомеостазни сақлашга хизмат қилишини англатади.

Radar таҳлиллар биостимуляторлар таъсири системали характерга эга эканини, яъни гормонал, антиоксидант, осмопротектор ва углевод алмашинуви блокларини бир вақтнинг ўзида фаоллаштиришини кўрсатди (3-расм). Корреляция ва кластерлаш натижалари генлар ўртасида кучли мувофиқлик мавжудлигини тасдиқлади, тармоқ таҳлили эса Gh_APX, Gh_GPX, Gh_SOD, Gh_GR, Gh_P5CS ва Gh_SuSy ни марказий "hub" генлар сифатида аниқлади (4,5-расм).

Умуман олганда, биостимуляторлар ғўзада шўрга чидамлилик билан боғлиқ асосий генларнинг экспрессиясини кучайтирса-да, бу таъсир генотипга кучли боғлиқдир. Энг юқори самара Ravnaq-1 ва Porloq-1 генотипларида, айниқса Rizocom-1 таъсирида кузатилди. Сезгир Isonch да эса биостимуляторлар стресс таъсирини қисман юмшатган бўлса-да, тўлиқ тикланишни таъминлай олмади.

Шу асосда, ғўзада шўрга чидамлиликни оширишнинг энг самарали стратегияси — юқори адаптив салоҳиятга эга генотипларни биостимуляторлар билан бирга қўллашдир. Текширилган препаратлар ичида Rizocom-1 энг юқори самарадорликни кўрсатди, Gh_OPR3, Gh_ICS1, Gh_GPX, Gh_P5CS ва Gh_SuSy эса шўр шароитида биостимулятор самарадорлигини баҳолаш учун энг муҳим молекуляр маркерлар сифатида алоҳида аҳамиятга эга эканлиги аниқланди.

Молиялаштириш. Мазкур иш Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси томонидан амалга оширилган базавий молиялаштириш ҳамда Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Инновацион ривожланиш агентлиги томонидан молиялаштирилган FL-9524115083 фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Balasubramaniam T. et al. Plants' Response Mechanisms to Salinity Stress // *Plants*. 2023. Vol. 12(12). P. 2253. https://doi.org/10.3390/plants12122253

2. Badavath H., Saski C. A. Plant Adaptation to Salinity: Physiological Pathways and Prospects for Crop Improvement—A Review // *Genes (Basel)*. 2026. Vol. 17(3). P. 253. https://doi.org/10.3390/genes17030253

3. Singh A. Soil salinity: A global threat to sustainable development // *Soil Use and Management*. 2022. Vol. 38(1). P. 39–67. https://doi.org/10.1111/sum.12700

4. Kamburova V., Salakhutdinov I., Abdurakhmonov I. Y. Cotton Breeding During the Global Climate Change: Challenges and Prospects // In: *Cotton*. 2022. P. 95–112.

5. Jans Y. et al. Global cotton production under climate change-Implications for yield and water consumption // *Hydrology and Earth System Sciences*. 2021. Vol. 25(4). P. 2027–2044. https://doi.org/10.5194/hess-25-2027-2021

6. Maryum Z. et al. An overview of salinity stress, mechanism of salinity tolerance and strategies for its management in cotton // *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. P. 907937. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.907937

7. van Zelm E., Zhang Y., Testerink C. Salt Tolerance Mechanisms of Plants // *Annual Review of Plant Biology*. 2020. Vol. 71. P. 403–433. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100154

8. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Functional genomics in plant abiotic stress responses and tolerance // *Proceedings of the Japan Academy, Series B*. 2022. Vol. 98(8). P. 470–492. https://doi.org/10.2183/pjab.98.030

9. Waheed A. et al. Integrative mechanisms of plant salt tolerance // *Plant Stress*. 2024. Vol. 14. P. 100652. https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100652

10. Rouphael Y., Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture // *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. P. 511937. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.511937

11. Lakhdar A., Trigui M., Montemurro F. Biostimulants' Effects in Saline Soils // *Agronomy*. 2023. Vol. 13(8). P. 2092. https://doi.org/10.3390/agronomy13082092

12. Kumari M. et al. Microbial Inoculants as Plant Biostimulants // 2022. Vol. 13(1). P. 12.

13. Win P. P., Park H. H., Kuk Y. I. Integrated Approach of Using Biostimulants // *Agronomy*. 2025. Vol. 15(10). P. 2265. https://doi.org/10.3390/agronomy15102265

14. Mashabela M. D. et al. Next-generation biostimulants // *Frontiers in Plant Science*. 2025. Vol. 16. P. 1710899. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1710899

15. González-Morales S. et al. Transcriptomics of Biostimulation of Plants // *Frontiers in Genetics*. 2021. Vol. 12. P. 583888. https://doi.org/10.3389/fgene.2021.583888

16. Gechev T. Genomics control of biostimulant-induced stress tolerance // *The Plant Journal*. 2025. Vol. 123(2). P. e70382. https://doi.org/10.1111/tpj.170382

17. Wozniak E. et al. Biostimulant Mode of Action // In: *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*. 2020. P. 205–227.

18. Khalid F. et al. Plant Biostimulants: Mechanisms and Applications // *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2024. Vol. 24(4). P. 6641–6690. https://doi.org/10.1007/s42729-024-01500-3

19. Detcheverry E. et al. Genotype-Dependent Interactions Between Biostimulants // *Agronomy*. 2026. Vol. 16(7). P. 689. https://doi.org/10.3390/agronomy16070689

20. Chaudhary M. T. et al. Impact of salinity stress on cotton // *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. P. 1–13. https://doi.org/10.1186/s12870-024-04567-1

УЎК 796.012.1

СПОРТЧИЛАРИДА ЎТИРГАН ҲОЛДА ҚЎЛЛАРНИ ОЁҚ УЧИГА ТЕГИЗИШ (“*Sit & reach*”) ТЕСТИДА ЭГИЛУВЧАНЛИК СИФАТИ ТАҲЛИЛИ

Н.Б.Кдырбаева, ўқитувчи, Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети, Нукус
А.Т.Матчанов, ўқитувчи, Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети, Нукус
А.Т.Есимбетов, DSc, проф., Самарқанд давлат ветеринария медицинаси, чорвачилик ва биотехнологиялар университети Нукус филиали, Нукус

Аннотация. *Тадқиқотда Қорақалпоғистон Республикасидаги ихтисослаштирилган спорт мактаблари спортчиларида (n=294) “Sit & reach” тести ёрдамида эгилувчанлик сифати таҳлил қилинди. Футболчиларда ушбу кўрсаткич 19,63±0,15 см, енгил атлетикачиларда 23,76±0,35 см, волейболчиларда 18,06±0,27 см, курашчиларда 15,85±0,37 см, боксчиларда 14,55±0,24 см ва баскетболчиларда 16,38±0,19 см ни ташкил этди. Энг юқори эгилувчанлик енгил атлетикачиларда, энг паст кўрсаткич эса боксчиларда қайд этилди. Натижалар спорт турларига хос машғулот-мусобақа фаолияти ва ҳаракат амплитудаси талаблари билан изоҳланади. Олинган маълумотлар спортчиларда эгилувчанликни мониторинг қилиш ва машғулот жараёнини такомиллаштириш учун илмий асос бўлиб хизмат қилиши мумкин.*

Калит сўзлар: *эгилувчанлик, футбол, енгил атлетика, волейбол, кураш, бокс, баскетбол, қўлларни оёқ учига тегизиш (“Sit & reach”) тести.*

Аннотация. *В исследовании с использованием теста «Sit & reach» проведена оценка гибкости у спортсменов специализированных спортивных школ Республики Каракалпакстан*

(n=294). Среднее значение показателя у футболистов составило 19,63±0,15 см, у легкоатлетов — 23,76±0,35 см, у волейболистов — 18,06±0,27 см, у борцов — 15,85±0,37 см, у боксёров — 14,55±0,24 см и у баскетболистов — 16,38±0,19 см. Наиболее высокий уровень гибкости отмечен у легкоатлетов, а наиболее низкий — у боксёров. Полученные результаты могут быть обусловлены спецификой тренировочной и соревновательной деятельности, а также требованиями к амплитуде движений в различных видах спорта. Полученные данные могут служить научной основой для мониторинга гибкости спортсменов и совершенствования тренировочного процесса.

Ключевые слова: *гибкость, футбол, лёгкая атлетика, волейбол, борьба, бокс, баскетбол, тест «Sit & reach».*

Abstract. *The study assessed flexibility in athletes from specialized sports schools in the Republic of Karakalpakstan (n=294) using the "Sit & Reach" test. The mean flexibility values were 19.63±0.15 cm in football players, 23.76±0.35 cm in track and field athletes, 18.06±0.27 cm in volleyball players, 15.85±0.37 cm in wrestlers, 14.55±0.24 cm in boxers, and 16.38±0.19 cm in basketball players. The highest level of flexibility was recorded in track and field athletes, whereas the lowest value was observed in boxers. The results may be attributed to the specific characteristics of training and competitive activities, as well as the requirements for range of motion in different sports. The findings may serve as a scientific basis for monitoring athletes' flexibility and improving the training process.*

Key words: *flexibility, football, track and field, volleyball, wrestling, boxing, basketball, "Sit & Reach" test.*

Одам организмида жисмоний сифатлар (куч, тезлик ёки тезкорлик, чидамлилик, чаққонлик ёки эпчиллик ва эгилувчанлик) ҳолати геном, ёш, жинс, овқатланиш, жисмоний машғулотлар, экологик омиллар таъсирида шаклланувчи мураккаб морфо-функционал жараён бўлиб, мунтазам жисмоний машғулотлар таъсирида функционал заҳира қиймати ортиши, стресс-омиллар таъсирига мослашиш механизмлари такомиллашиши қайд қилинади [Garber et al., 2011; 1334-1359-б.; Каратаев, 2017; 67-68-б.; Kenney et al., 2020; 720-б.; McArdle et al., 2023; 1176-б.; Kochman et al., 2023; 18-26-б.; Самекеев, 2024; 40-45-б.].

Эгилувчанлик (*flexibility*) - бу, одам организмида бўғимларнинг максимал амплитудада иш бажариши билан боғлиқ бўлиб, бўғимлар морфо-анатомик хусусияти, мускул-пай боғламларининг эластиклиги, механик юкламага жавоб реакцияси каби физиологик асослар билан ифодаланади [Макарова ва Локтев, 2005; 587-б.; Курамшин, 2010; 320-б.; Garber et al., 2011; 1334-1359-б.; Ayala et al., 2012; 219-226-б.; Абзалов ва Абзалов, 2013; 202-б.; Короткова ва бошқ., 2014; 120-б.; Андреев, 2016; 47-б.; Киселева, 2017; 5-7-б.; Каратаев, 2017; 67-68-б.; Gonaus et al., 2019; 1-12-б.; Bogalho et al., 2022; 1-11-б.; Kochman et al., 2023; 18-26-б.].

Мазкур тадқиқот **мақсади** – Қорақалпоғистон Республикасида жойлашган айрим ихтисослаштирилган спорт мактаблари спортчиларида (*n*=294) ўтирган ҳолатда қўлларни оёқ учига тегизиш ("*Sit & reach*") тести ёрдамида эгилувчанлик сифатини таҳлил қилишдан ташкил топган.

Тадқиқот материаллари ва услублари. Тадқиқотларда Қорақалпоғистон Республикасида жойлашган ихтисослаштирилган спорт мактабларида мунтазам жисмоний машғулотлар билан шуғулланувчи, *n*=294 нафар синалувчилар (футбол – *n*=94, енгил атлетика – *n*=58, волейбол – *n*=49, кураш – *n*=48, бокс – *n*=29, баскетбол – *n*=16) иштирок этди.

Эгилувчанлик сифатини баҳолаш орқа-бел, сон, тос соҳаси бўғимлари эгилувчанлигини **ўтирган ҳолда қўлларни оёқ учига тегизиш** ("*Sit & reach*") тести ёрдамида таҳлил қилиш асосида амалга оширилди (1-расм).

17-25 ёш диапазонида эркакларда тест натижаларини баҳолаш шкаласи: >27 см – "*юқори*", 17-27 см – "*аъло*", 6-16 см – "*яхши*", 0-5 – "*қониқарли*", <0 см – "*қониқарсиз*", –8...–1 – "*паст*", –20...–9 – "*жуда паст*", <–20 – "*энг паст*" [Castillo-Rodriguez and Chinchilla-Minguet, 2014; 1269-1275-б.; Van der Horst et al., 2017; 20-25-б.; Horst et al., 2017; 20-25-б.; Meckel et al., 2018; 8-10-б.; Diaz-Escobar et al., 2018; 80-94-б.; Maulidin et al., 2025; 322-328-б.].



1-расм. Ўтирган ҳолатда қўлларни оёқ учига тегизиш (“*Sit & reach*”) тести. Бунда, синалувчи оёқларини узатган ҳолда ўтиради, қўллар бирлаштирилиб, олдинга эгилган ҳолда, оёқ учига томон узатилди. Қўллар учки соҳаси оёқлар учига етиш оралиқ масофаси (–см) ёки оёқ учидан ўтиб кетиш масофаси (+см) ўлчанди (*n*=3 марта такрорий уринишлар минимал (–см) ёки максимал (+см) қиймати қайд қилинди).

Тадқиқотларда спортчилар билан ишлашда уларнинг розилиги асосида, Жаҳон тиббиёт ассоциацияси (WMA – *World Medical Association*) томонидан тасдиқланган “Одам иштирокида ўтказиладиган тиббий тадқиқотлар учун ахлоқий тамойиллар” юзасидан Хельсинки декларацияси тамойилларига амал қилинди. Бунда, олинган натижалар илмий-тадқиқот мақсадларида фойдаланиши ва синалувчилар шахси ошкор этилмаслиги кафолатланди [Nabatov et al., 2017; 33-37-б.].

Олинган экспериментал натижаларни математик-статистик қайта ишлаш “Microsoft Excel 2007” (Microsoft, АҚШ), OriginPro v. 8.5 SR1 (EULA, АҚШ) махсус дастур пакетлари ёрдамида, стандарт услубда амалга оширилди [Гланц, 1999; 459-б.].

1-жадвал

Қорақалпоғистон Республикасида жойлашган ихтисослаштирилган спорт мактаблари спортчиларида (*n*=294) ўтирган ҳолда қўлларни оёқ учига тегизиш (“*Sit & reach*”) тести ёрдамида эгилувчанлик сифати таҳлили (*M±m*)

Т/р	**Ўтирган ҳолда қўлларни оёқ учига тегизиш (“*Sit & reach*”) тести** (см)	
	min.–max.	**Арифметик ўртача қиймат (σ)**
Футболчиларда (*n*=94)		
	17,95–22,04	19,63±0,15**
Енгил атлетика (*n*=58)		
	20,51–28,12	23,76±0,35**
Волейбол (*n*=49)		
	17,94–20,05	18,06±0,27**
Кураш (*n*=48)		
	15,03–16,41	15,85±0,37*
Бокс (*n*=29)		
	14,12–15,02	14,55±0,24
Баскетбол (*n*=16)		
	15,72–16,83	16,38±0,19*

Изоҳ: ** – ўтирган ҳолатда қўлларни оёқ учига тегизиш* (“Sit & reach”) *тести ўртача қиймати энг паст бўлган бокс гуруҳига* (*14,55±0,24*) *нисбатан бошқа гуруҳларда p<0,05, ** – p<0,01* (*n*=3-4).

Олинган натижалар ва уларнинг таҳлили. Қорақалпоғистон Республикасида жойлашган айрим ихтисослаштирилган спорт мактаблари спортчиларида (*n*=294) ўтирган ҳолатда қўлларни оёқ учига тегизиш (“*Sit & reach*”) тести ёрдамида эгилувчанлик сифати таҳлили натижалари қуйидаги жадвалда келтирилган (1-жадвал).

Спорт турларида (футбол, енгил атлетка, баскетбол ва бошқ.) ўтирган ҳолда қўлларни оёқ учига тегизиш (“*Sit & reach*”) тести бўйича олинган натижалар умумий ҳолатда мавжуд

адабиёт маълумотларига мос келади [Ayala et al., 2012; 219-226-б.; Gonaus et al., 2019; 1-12-б.; Ramos et al., 2021; 1-15-б.; Bogalho et al., 2022; 1-11-б., Lu et al., 2026; 1-11-б.; Gerodimos et al., 2026; 1-16-б.].

Ўтирган ҳолатда қўлларни оёқ учига тегизиш ("*Sit & reach*") тестига кўра, футболчиларда эгилувчанлик *min.–max.* – 17,95–22,04 см, ўртача l_{σ}=19,63±0,15 см га тенглиги аниқланди. Мазкур кўрсаткич енгил атлетикачиларда *min.–max.* – 20,51–28,12 см (ўртача l_{σ}=23,76±0,35 см), волейболчиларда *min.–max.* – 17,94–20,05 см (ўртача l_{σ}=18,06±0,27 см), курашчиларда *min.–max.* – 15,03–16,41 см (ўртача l_{σ}=15,85±0,37 см), боксчиларда *min.–max.* – 14,12–15,02 см (ўртача l_{σ}=14,55±0,24 см), баскетболчиларда *min.–max.* – 15,72–16,83 см га (ўртача l_{σ}=16,38±0,19 см) тенглиги аниқланди.

"*Sit & reach*" тести натижалари таҳлилига кўра, максимал эгилувчанлик енгил атлетикачиларда (l_{σ}=23,76±0,35 см), минимал қиймат боксчиларда (l_{σ}=14,55±0,24 см) кузатилди. Мазкур ҳолат, спорт турларида машғулот-мусобақа фаолиятида ҳаракатларнинг ўзига хос хусусиятлари билан боғлиқлиги таҳмин қилинди. Жумладан, курашчилар, боксчиларда "*Sit & reach*" тести натижалари нисбатан паст бўлишини мазкур спорт турларида тезлик, куч сифатлари устуворлиги, енгил атлетикада эса ҳаракат амплитудасига қўйилувчи талаб даражаси юқорилиги билан изоҳлаш мумкин.

Шундай қилиб, олинган экспериментал натижалар ва мавжуд адабиёт маълумотлари таҳлили асосида, эгилувчанлик сифатининг ривожланиш даражаси спорт турларида дифференциал тавсифга эга бўлиб, "*Sit & reach*" тести асосан, бел-тос соҳаси, сон орқа соҳаси мускулларининг эгилувчанлик даражасига боғлиқ ҳисобланади [Tsiakaras et al., 2025; 1-22-б.; Gerodimos et al., 2026; 1-16-б.].

Спортда, айниқса футболда деярли 70% жароҳатланишлар таянч-ҳаракат аппарати, бўғимларнинг эгилувчанлик сифати билан боғлиқлиги тасдиқланган [Макарова ва Локтев, 2005; 587-б.; Андреев, 2016; 47-б.; Ляшенко, 2021; 383-387-б.].

Ўз навбатида, ҳаракатлар амплитудаси, эгилувчаник даражаси кескин ҳаракатларни амалга ошириш самарадорлиги, эҳтимоллиги мавжуд жароҳатланишлар профилактикасида муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади [Абзалов ва Абзалов, 2013; 202-б.; Андреев, 2016; 47-б.; Ляшенко, 2021; 383-387-б.].

Эгилувчанлик сифатининг ривожланиш даражаси физиологик ёш, жинс, бўғимларнинг морфо-анатомик тавсифлари, гавданинг жойлашиш ҳолати, мускул-тоғайларнинг эластиклиги, ҳаракатлар жадаллиги, чарчаш даражаси ва бошқа кўп сондаги эндоген-экзоген омилларга боғлиқлиги таъкидланади [Короткова ва бошқ., 2014; 120-б.; Киселева, 2017; 5-7-б.; Ляшенко, 2021; 383-387-б.; Ramos et al., 2021; 1-15-б.; Tsiakaras et al., 2025; 1-22-б.; Gerodimos et al., 2026; 1-16-б.].

Бунда, айрим тадқиқотчилар томонидан эгилувчанлик сифати – одам организмида кўп сондаги, айниқса бел, оёқлар бўғимларнинг комплекс функцияси сифатида тавсифланади [Курамшин, 2010; 320-б.; Ляшенко, 2021; 383-387-б.; Gerodimos et al., 2026; 1-16-б.].

Хулосалар. Шундай қилиб, ўтирган ҳолатда қўлларни оёқ учига тегизиш ("*Sit & reach*") тести натижаларига кўра, эгилувчанлик футболчиларда *min.–max.* – 17,95–22,04 см, ўртача l_{σ}=19,63±0,15 см га тенглиги аниқланди. Мазкур кўрсаткич енгил атлетикачиларда *min.–max.* – 20,51–28,12 см (ўртача l_{σ}=23,76±0,35 см), волейболчиларда *min.–max.* – 17,94–20,05 см (ўртача l_{σ}=18,06±0,27 см), курашчиларда *min.–max.* – 15,03–16,41 см (ўртача l_{σ}=15,85±0,37 см), боксчиларда *min.–max.* – 14,12–15,02 см (ўртача l_{σ}=14,55±0,24 см), баскетболчиларда *min.–max.* – 15,72–16,83 см га (ўртача l_{σ}=16,38±0,19 см) тенглиги аниқланди.

Амалий тавсиялар. Олинган натижалардан спорт турларида машғулотлар самарадорлигини ошириш, спортчиларнинг жисмоний сифатларини такомиллаштиришда эгилувчанликни мониторинг қилиш, тегишли коррекцион чора-тадбирларни ишлаб чиқиш мақсадларида илмий асос сифатида фойдаланиш мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Ayala F., Sainz de Baranda P., De Ste Croix M., Santonja F. Reproducibility and criterion-related validity of the sit and reach test and toe touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults // Phys. Ther. Sport. – 2012. – V.13. – P.219-226.

2. Bogalho D., Gomes R., Mendes R., Dias G., Castro M.A. Impact of flexibility on vertical jump, balance and speed in amateur football players // Appl. Sci. – 2022. – V.12(5425). – P.1-11.

3. Castillo-Rodriguez A., Chinchilla-Minguet J.L. Cardiovascular program to improve physical fitness in those over 60 years old – pilot study // Clinical Interventions in Aging. – 2014. – V.9. – P.1269-1275.

4. Diaz-Escobar C., Ocaranza-Ozimica J., Diaz-Narvaez V.P., Utsman R. Reliability of flexibility tests in young soccer players from a professional club // Apunts. Educacion Fisica y Deportes. – 2018. – V.131. – P.80-94.

5. Garber C.E., Blissmer B., Deschenes M.R., Franklin B.A., Lamonte M.J., Lee I.M., Nieman D.C., Swain D.P. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2011. – V.43(7). – P.1334-1359.

6. Gerodimos V., Tsiakaras N., Karatrantou K. Flexibility in wrestlers, taekwondoists, and non-athletes during the developmental ages: The effects of sport, age, and sex // J. Funct. Morphol. Kinesiol. – 2026. – V.11(57). – P.1-16.

7. Gonaus C., Birklbauer J., Lindinger S.J., Stuggl T.L., Muller E. Changes over a decade in anthropometry and fitness of elite Austrian youth soccer players // Front. Physiol. – 2019. – V.10(333). – P.1-12.

8. Horst N.V.D., Priesterbach A., Backx F., Smits D.-W. Hamstring-and-lower-back flexibility in male amateur soccer players // Clinical journal of sport medicine. – 2017. – V.27(1). – P.20-25.

9. Kenney W.L., Wilmore J.H., Costill D. L. Physiology of sport and exercise // 7th ed. – Champaign, IL: "Human Kinetics", 2020. – 720 p.

10. Kochman M., Kielar A., Kasprzak M., Javdaneh N., Kasperek W. Selected environmental factors determining motor abilities and physical fitness in adolescents // Journal of Kinesiology and Exercise Sciences. – 2023. – V.33(103). – P.18-26.

11. Lu M.-Y., Wu C.-H., Wang C.-C., Lin S.-C., Chang K.-L. Effects of various warm-up on sit and-reach performance, explosive power, and sprint performance in collegiate track and field athletes // Scientific Reports. – 2026. – V.16(20830). – P.1-11.

12. Maulidin A.H., Pamungkas H., Yusuf H., Nidommuddin M., Aofal R. The effect of "*Sit and reach*" test exercise on hamstring muscle flexibility of persikoba football players // Jurnal Pendidikan Jasmani. – 2025. – V.5(3). – P.322-328.

13. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance // 9th Ed. Philadelphia, PA: "Wolters Kluwer", 2023. – 1176 p.

14. Meckel Y., Doron O. Eliakim E., Eliakim A. Seasonal variations in physical fitness and performance indices of elite soccer players // Sports. – 2018. – V.6(14). – P.8-10.

15. Ramos S.A., Massuca L.M., Volossovitch A., Ferreira A.P., Fragoso I. Morphological and fitness attributes of young male portuguese basketball players: Normative values according to chronological age and years from peak height velocity // Front. Sports Act. Living. – 2021. – V.3(629453). – P.1-15.

16. Tsiakaras N., Karatrantou K., Batatolis C., Papavasileiou K., Tzeli F., Gerodimos V. Intrasession and intersession reliability of flexibility tests during developmental years: The Effects of Sport, Age, and Sex. Sports. – 2025. – V.13(238). – P.1-22.

17. Van der Horst N., Priesterbach A., Backx F.J.G., Smits D.-W. Hamstring-and-lower-back flexibility in male amateur soccer players // Clinical Journal of Sport Medicine. – 2017. – V.27(1). – P.20-25.

18. Абзалов Р.А., Абзалов Н.И. Теория и методика физической культуры и спорта (Учебное пособие) // Казань. – Изд-во "Вестфалика", 2013. – 202 с.

19. Андреев С.Н. Играй в мини-футбол // Москва. – Изд-во "Советский спорт", 2016. – 47 с.

20. Гланц С. Медико-биологическая статистика // Москва. – Изд-во "Практика". – 1999. – 459 с.

21. Каратаев А.А. Воспитание физических качеств человека // Международный научный журнал "Интернаука". – 2017. – №1(23). – Ч.2. – С.67-68.

22.т Киселева Е.С. Инновации в методике развития гибкости // Наука и образование: новое время. – 2017. – №3. – С.5-7.

23. Короткова Е.А., Завьялова Т.П., Архипова Л.А., Хромин Е.В. Теория и методика физической культуры: учебно-методическое пособие // Тюмень. – Изд-во Тюменского гос-го ун-та, 2014. – 120 с.

24. Курамшин Ю.Ф. Теория и методика физической культуры // Москва. – Изд-во "Советский спорт", 2010. – 320 с.

25. Ляшенко Ю.В. Воспитание гибкости у спортсменов, занимающихся мини-футболом, на этапе начальной подготовки // Молодой ученый. – 2021. – №4(346). – С.383-387.

26. Макарова Г.А., Локтев С.А. Медицинский справочник тренера // Москва. – Изд-во "Советский спорт", 2005. – 587 с.

27. Самекеев И.М. Методика воспитания физических качеств // Образование, наука и инновационные идеи в мире. – 2024. – №50(1). – С.40-45.

УЎТ 633.34:581.1:577.115

АНДИЖОН ВИЛОЯТИДА СОЯ ЎСИМЛИГИНИНГ ЎСИШИ ВА РИВОЖЛАНИШИГА *H. HALODENDRON* Pall. ДАН АЖРАТИБ ОЛИНГАН ЛИПИД КОМПОНЕНТЛАРИНИНГ ТАЪСИРИ

А.А.Муминов, б.ф.н., кат.и.х., Дон ва дуккакли экинлар илмий-тадқиқот институти, Тошкент
Р.П.Закирова, б.ф.н., кат.и.х., ЎзРФА Ўсимлик моддалари кимёси институти, Тошкент
К.С.Маманазарова, PhD, кат.и.х., ЎзР ФА Ўсимлик моддалари кимёси институти, Тошкент
Э.Р.Курбанова, PhD, ЎзР ФА Ўсимлик моддалари кимёси институти, Тошкент
Н.К.Юлдашева, к.ф.н., ЎзР ФА Ўсимлик моддалари кимёси институти, Тошкент

Аннотация. *Ушбу тадқиқотда Ўзбекистоннинг Андижон вилояти агроиқлим шароитида ўсимликлардан олинган липид компонентларининг соя (Glycine max L.) нинг ўсиши ва ривожланишига таъсири ўрганилди. Halimodendron halodendron липидларининг сувли эритмаси билан уруғлар ишлов берилди. Ўсимликларнинг вегетация даври давомида моддаларнинг фенологик ривожланиш ва ўсишга таъсири баҳоланди.*

Натижалар шуни кўрсатдики, ишлов бериш ривожланиш босқичларининг давомийлигига ҳам, ўсимликларнинг ўсиш интенсивлигига ҳам таъсир кўрсатди. H. halodendron дан олинган липид компонентлар юқори даражада ўсишни рағбатлантирувчи таъсир кўрсатди, бу унинг соя ҳосилдорлигини ошириш учун экологик тоза биостимулятор сифатида қўлланилиши мумкинлигини кўрсатади.

Калит сўзлар: *соя, липид компонентлар, биостимуляторлар, ўсимлик ўсиши, фенологик босқичлар, H.halodendron.*

Аннотация. *В настоящем исследовании изучалось влияние липидных компонентов растительного происхождения на рост и развитие сои (Glycine max L.) в агроклиматических условиях Андижанской области Узбекистана. Семена обрабатывали водным раствором липидов Halimodendron halodendron. Оценивали влияние веществ на фенологическое развитие и рост растений в течение вегетационного периода. Результаты показали, что обработка влияла как на продолжительность стадий развития, так и на интенсивность роста растений. Липидные компоненты из H. halodendron оказывал высокое стимулирующее рост действие, что указывает на его потенциал в качестве экологически чистого биостимулятора для повышения урожайности сои.*

Ключевые слова: *соя, липидные компоненты, биостимуляторы, рост растений, фенологические стадии, H. halodendron.*

Abstract. *The present study investigated the effects of plant-derived lipid components on the growth and development of soybean (Glycine max L.) under the agro-climatic conditions of the Andijan region, Uzbekistan. The seeds were treated with an aqueous solution of lipids from Halimodendron halodendron. The effects of the substances on the phenological development and plant growth were evaluated throughout the vegetation period. The results showed that the treatment affected both the duration of developmental stages and the growth intensity of plants. The lipid components from H. halodendron had the strong growth-promoting effect, indicating its potential as an environmentally friendly biostimulant to increase soybean yield.*

Key words: *soybean, lipid components, biostimulants, plant growth, phenological stages, H. halodendron.*

Кириш. Соя (*Glycine max* L.) Leguminosae оиласига мансуб бўлиб, озиқ-овқат, озуқа ва техника саноатида қўлланиладиган муҳим қишлоқ хўжалиги экинларидан биридир **[1-3]**. Инсоният учун юқори сифатли оқсил, липидлар, биологик фаол бирикмаларга бой бўлган фойдали ёғларни таъминловчи асосий қишлоқ хўжалиги экинлардан биридир. Соя Шарқий Осиёдан келиб чиққан, хусусан, минг йиллар олдин Хитой, Япония ва Ҳиндистонда етиштирилган деб ҳисобланади **[4]**. Унинг ҳосилдорлиги асосан кўп жиҳатдан атроф-муҳит ва

об-ҳаво шароитларига боғлиқ **[5,6]**. Дуккаклилар вакили сифатида у ҳар йили ўртача 70-100 кг/га тупроқни азот тўплаган ҳолда у билан бойитишга ёрдам беради **[7]**. Соя экинлари бегона ўтларни самарали равишда камайтиради, бунинг натижасида соя етиштирилгандан кейин далалар бегона ўтлардан нисбатан тоза бўлиб қолади ва кўплаб дала экинлари учун қулай майдон ҳисобланади. Қурғоқчилик, тупроқнинг шўрланиши, ҳароратнинг ўзгариши ва бошқа ноқулай омиллар каби абиотик стрессларнинг таъсири ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши ва физиологик ва биокимёвий жараёнларига салбий таъсир қилади, ҳосил ва маҳсулот сифатини пасайтиради.

Сўнгги йилларда ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши, фотосинтетик фаоллиги ва репродуктив органларнинг шаклланишини рағбатлантирувчи табиий биоактив бирикмаларга катта эътибор қаратилмоқда **[8-10]**. Улар орасида липид компонентлари ва доривор ўсимлик экстрактларини ўз ичига олган ўсимлик препаратлари ҳосилдорлик билан боғлиқ морфологик хусусиятлар ва ўсиш кўрсаткичларни яхшилаш учун сезиларли салоҳиятга эга эканлигини кўрсатди **[11-12].**

Материаллар ва Усуллар. Дала тадқиқот ишлари Дон ва дуккакли экинлар илмий-тадқиқот институти марказий тажриба участкасида (Андижон) олиб борилди. Тажрибалар 2025 йилнинг апрель ойида суғориладиган бўз ўтлоқи тупроқ шароитида асосий майдонга соянинг Ҳосилдор навини экиш билан бошланди. Экишдан аввал Ҳосилдор нави уруғларига:

1. намуна (препаратсиз),

2. *Halimadendron halodendron* (д.в.липиди) препаратлари билан соянинг уруғлигига экишдан аввал ҳамда ўсимликнинг дуккаклаш фазасида ўсимликнинг барги орқали суспензия қилиб пуркаш йўли билан ишлов бериш бўйича дала тажрибаси қўйилди. Тажриба вариантлари 60 см х 5 см-1 экиш схемасида 20 м^2 майдонга жойлаштирилди. Ҳар бир препаратни 1 тонна уруғлик ҳисобига 2 литр т/га миқдорида қўлланилди. Дала тажриба майдонига препаратлар билан ишлов берилган уруғлар 2025 йил 24 апрелда қўл кучи ёрдамида 5 см чуқурликка экилди.

Тажриба даласига экилган уруғларни тўла ундириб олиш учун суғориш ўтказилди. Униб чиқган ўсимликларнинг ўсиш ва ривожланиш фазаларида фенологик дала кузатувлари олиб борилиб тегишли натижалар олинди.

Олинган натижалар ва уларнинг мухокамаси. Келтирилган 1-жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, тажрибанинг барча вариантларида экилган соя уруғликлари 9 кунда тўла униб чиқганлиги аниқланди. Униб чиқган ўсимликларда 3 талик барг ҳосил бўлиши ҳар икки вариантларда 9 кундан кейин, яъни 12 май кунида кузатилди.

Ҳар иккала вариантда ўсимликлар шоналашга 24 майда кирганлиги ҳамда ўсимликларни гуллаши 4-5 июнда кузатилди. Соя ўсимлигининг дуккаклаш фазасида ўсимликларнинг барги орқали вариантлар бўйича табиий хом ашёлар асосидаги биологик фаол бирикмаларни гектарига 2,5 литр ҳисобида суспензия қилиб пуркаш ўтказилди.

1-жадвал

Соянинг ўсиш ва ривожланишига табиий хом ашёлар асосидаги биологик фаол бирикмаларнинг таъсири. (2025 йил)

№	Вариантлар (препаратлар номи)	Экиш муддати, сана	Ўсимликнинг ривожланиш фазалари (сана)						Ўсиш даври (кун)
			Униб чиқиш	3 талик барг чиқариш	Шоҳланиш	Гуллаш	Дуккаклаш	Пишиш	
1	Назорат	24.04	3.05	12.05	24.05	4.06	15.06	2.09	121
2	*H.halodendron* (d.v.lipidi)	24.04	3.05	12.05	24.05	4.06	16.06	4.09	123

Соя экинида дон ҳосилини пишиб етилишига вариантлар бўйича қўлланилган табиий хом ашёлар асосидаги биологик фаол бирикмаларнинг таъсири ўзгача бўлди. Тажрибанинг 1-вариантида дон ҳосилини пишиб етилиши 2 сентябрда, 2-вариантда 4 сентябрда кузатилганлиги аниқланди. Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, соя дон

ҳосилини пишиб етилишида вариантлар орасида 1 кундан 5 кунга қадар фарқ бўлганлиги кузатилди. Бунга соя экинида қўлланилган препаратлар ўсимликнинг ўсув даври давомийлигини ўзгаришига сабаб бўлганлиги қайд этилди (1-жадвал).

Соя экинининг ўсув даври давомийлиги қўлланилган препаратлар таъсирида турлича бўлди. Тажрибанинг 1-вариантида соя навини ўсув даври 121 кун, 2-вариантда 123 кунга тўғри келганлиги аниқланди. Тажриба майдонидаги ўсимликларни ривожланиш фазаларида асосий поя баландлиги ўрганилганда соя ўсимлигида 3 талик барг ҳосил бўлиш фазасида ўсимликларнинг бўйи ўртача 14,4-14,8 см ни ташкил этган бўлса, шоналаш фазасига келиб вариантлар бўйича ўсимликлар бўйи ўртача 33,6 см дан 35,4 см га қадар бўлганлиги кузатилди (2-жадвал).

2-жадвал

Сояда қўлланилган табиий хом ашёлар асосидаги биологик фаол бирикмаларни ўсимликнинг асосий поя баландлигига таъсири (2025 йил)

№	Вариантлар (препаратлар номи)	Ўсимликларнинг ривожланиш фазаларида асосий поя баландлиги, ўртача см ҳисобида				
		3 талик барг чиқариш	Шохланиш	Гуллаш	Дуккаклаш	Пишиш
1	Назорат	14,4	33,6	51,2	76,4	88,5
2	*H. halodendron (d.v.lipidi)*	14,8	35,4	53,0	77,5	89,8

Соянинг шоналаш фазасида асосий поя баландлиги вариантлар бўйича ўрганилганда 1-препаратсиз вариантда 33,6 см бўлган бўлса, 2-вариант *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилганда 35,4 см бўлганлиги аниқланди.

Ўсимликнинг гуллаш фазасида асосий поя баландлиги вариантлар бўйича 1- вариантда 51,2 см бўлиб, 2-вариант *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилганда 53,0 см ҳамда дуккаклаш фазасида эса 1-препаратсиз вариантда 76,4 см бўлиб, 2-вариант *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилганда 77,5 см бўлганлиги 3.4-жадвалда қайд этилди.

Соя дуккагининг пишиш фазасида асосий поя баландлиги тажрибанинг препарат қўлланилмаган Назорат 1-вариантида 88,5 см бўлиб, 2-вариант *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилганда 89,8 см бўлганлиги аниқланди.

Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, вариантлар бўйича қўлланилган табиий хом ашёлар асосидаги биологик фаол бирикмаларнинг таъсири натижасида тажриба вариантлари орасида асосий поя баландлиги бўйича аниқланган фарқлар қайд этилди. Қишлоқ хўжалиги экинлари маҳсулотларини етиштиришдаги пировард натижа асосан олинган ҳосилдорлик кўрсаткичи билан таққосланади. Соя экинида ҳосилдорлик кўрсаткичларини юқори бўлишини таъминлашда асосан ўсимлик тўпларида шаклланган дуккаклар сонини оз ёки кўплиги муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Келтирилган 3-жадвал маълумотларига кўра, сояда қўлланилган табиий хом ашёлар асосидаги биологик фаол бирикмаларни 1 тўп ўсимликдаги шаклланган дуккаклар сонига таъсири қуйидагича бўлди. Тажрибанинг препарат қўлланилмаган намуна 1-вариантида 1 тўп ўсимликдаги шаклланган дуккаклар сони ўртача 33,7 дона бўлган бўлса, 2-вариант *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилганда 34,5 дона бўлганлиги аниқланди.

3-жалвал

Соянинг хўжалик, биологик кўрсаткичларига Halimadendron halodendron (d.v.lipidi) биологик фаол бирикмаларнинг таъсири. (2025 йил)

№	Вариантлар (препаратлар номи)	Экиш муддати сана	Асосий поя баландлиги ўртача, см	1 тўп ўсимликдаги ўртача дуккаклар сони	Ҳосил-дорлик ц/га	Фарқи±
1	Назорат	24.04	88,5	33,7	25,6	-
2	*H. halodendron* (d.v.lipidi)	24.04	89,8	34,5	26,9	1,3

Тажриба вариантлари бўйича етиштирилган дон ҳосили препарат қўлланилмаган намуна 1-вариантида ўртача 25,6 с/га ни ташкил этди. 2-вариант *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилганда 26,9 ц/га тенг бўлганлиги аниқланди (3-жалвал).

Тажриба вариантларидан олинган дон ҳосили вариантлар бўйича таҳлил қилинганда энг юқори ҳосилдорликка 4-вариантда эришилди. Тажриба вариантларини олинган дон ҳосилдорлиги бўйича намуна 1-вариантга таққосланганда, *H. halodendron* (д.в.липиди) қўлланилган 2-вариантда 1,3 с/га миқдорида кўп дон ҳосили олинганлиги аниқланди.

Олинган натижаларни таҳлил қилиб ҳулоса қиладиган бўлсак, табиий хом ашёлар асосида тайёрланган биологик фаол бирикмалар соя ўсимлигининг ўсиши ва ҳосилдорлигини оширишда самарали таъсир кўрсатди. Олинган маълумотлар липид компонентлари билан уруғларга ишлов бериш соянинг пишиш муддатларини тартибга солиш ва ривожланишини тезлаштириш учун самарали усул бўлиши мумкинлигини кўрсатади. Шу билан бирга, бундай ишлов бериш сояни ноқулай иқлим шароитларига нисбатан мослашувчанлигини оширади, бу эса иқлим ўзгариши ва экстремал иссиқ шароитларида айниқса муҳим аҳамиятга эга.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ:

1. Rizzo G, Baroni L. Soy, Soy Foods, Their role in vegetarian diets. nutrients. 2018. 10 (1) P. 43. Doi: 10.3390/nu10010043

2. Zaeem M., Nadeem M., Pham T.H., Ashiq W., Ali W., *et all*. Corn-Soybean intercropping improved the nutritional quality of forage cultivated on podzols in Boreal climate. Plants (Basel). 2021. 10(5) P. 1015. Doi: 10.3390/plants10051015.

3. Губанов Я.В.-«Технические культуры», М. Колос, 1996.

4. Атабаева Х.Н.-"Соя". Т. Мил. энц., 2004, 96 б.

5. Wang W., Dia V.P., Vasconez M., de Mejia E.G., Nelson R.L. Analysis of soybean protein-derived peptides and the effect of cultivar, environmental conditions, and processing on lunasin concentration in soybean and soy products. J AOAC Int. 2008. 91(4). P. 936-46.

6. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Влияние метерологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои. Аграрный вестник Урала. 2022. №7 (222). С. 16-25. Doi: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25.

7. Yuvaraj M., Pandiyan M. Gayathri P. Role of Legumes in Improving Soil Fertility Status. IntechOpen. 2020. P. 11. Doi:10.5772/intechopen.93247

8. Kumar S., Lee H., Zhang Y. (2023). Systematic review on biostimulants in soybean production. Sustainability, 18:2: 636. https://www.mdpi.com/2071-1050/18/2/636

9. Link F., Kim S., Chen J. (2024). Influence of seed-applied biostimulants on soybean germination under stress. Plant Physiology Reports, 30:32–44. https://link.springer.com/article/10.1007/s40502-024-00834-z

10. Kocira S. (2019). Effect of amino acid biostimulant on the yield and nutraceutical potential of soybean. Chilean Journal of Agricultural Research.

11. Bhuiyan M.S. H., Malek M.A., Emon R.M., Khatun M.K., Khandaker M.M., & Alam M.A. (2024). Increased yield performance of mutation induced soybean genotypes at varied agro-ecological conditions. Brazilian Journal of Biology, 84: https://doi.org/10.1590/1519-6984.255235

12. Bhuiyan M. S. H., Rahman M., Hossain M. (2025). Effect of oligosaccharides on soybean yield and quality. Journal of Animal and Plant Sciences. https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/422mKJ84/

УДК 574.583; 597.08

ВЕСЕННИЙ ФИТОПЛАНКТОН И ИХТИОФАУНА ОТДЕЛЬНЫХ ВОДОЁМОВ БУХАРСКОЙ И НАВОИЙСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

З.А.Мустафаева, м.н.с., Институт зоологии АН РУз, Ташкент
С.М. Намозов, м.н.с., Институт зоологии АН РУз, Ташкент
Б.Ж. Собиров, базовый докторант, Институт зоологии АН РУз, Ташкент
М.Ш. Атамуратова, с.н.с., Институт зоологии АН РУз, Ташкент

Annotatsiya. *Maqolada To'dako'l va Sho'rko'l suv omborlari, Amu-Buxoro mashina kanali hamda Shirbuloq ko'lining bahorgi fitoplanktoni va ixtiofaunasini o'rganish natijalari keltirilgan. Fitoplanktonning beshta namunasida jami 116 takson organizm qayd etilib, ulardan 109 tasi produtsentlar va 7 tasi konsumentlar guruhiga mansub bo'ldi. Mikrosuvo'tlar tarkibida diatom, yashil va ko'k-yashil suvo'tlar ustunlik qildi. Fitoplanktonning umumiy soni 2981,250×10³ dan 6731,250×10³ huj./l gacha, biomassasi esa 372,795 dan 1630,153 mg/l gacha o'zgardi. Ixtiofauna tahlili tadqiq etilgan suv havzalari o'rtasida tur boyligi bo'yicha farqlar mavjudligini ko'rsatdi. Olingan ma'lumotlar suv biotasining zamonaviy holatini tavsiflaydi hamda suv havzalarining ekologik holati va bioresurs salohiyatini baholashda foydalanilishi mumkin.*

Kalit so'zlar: *fitoplankton, ixtiofauna, taksonomik tuzilma, son ko'rsatkichi, biomassa, To'dako'l suv ombori, Sho'rko'l suv ombori, Amu-Buxoro mashina kanali, Shirbuloq ko'li.*

Аннотация. *В статье представлены результаты исследования весеннего фитопланктона и ихтиофауны Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала и озера Ширбулак. В пяти пробах фитопланктона зарегистрировано 116 таксонов организмов, из которых 109 относятся к продуцентам и 7 – к консументам. В составе микроводорослей доминировали диатомовые, зелёные и синезелёные водоросли. Общая численность фитопланктона варьировала от 2981,250×10³ до 6731,250×10³ кл/л, а биомасса – от 372,795 до 1630,153 мг/л. Анализ ихтиофауны выявил различия в видовом богатстве исследованных водоёмов. Полученные данные характеризуют современное состояние водной биоты и могут использоваться при оценке экологического состояния и биоресурсного потенциала водоёмов.*

Ключевые слова: *фитопланктон, ихтиофауна, таксономическая структура, численность, биомасса, Тудакульское водохранилище, Шоркульское водохранилище, Аму-Бухарский машинный канал, озеро Ширбулак.*

Abstract. *The article presents the results of a study of spring phytoplankton and ichthyofauna in the Tudakul and Shorkul reservoirs, the Amu-Bukhara Machine Canal, and Lake Shirbulak. A total of 116 taxa of organisms were recorded in five phytoplankton samples, of which 109 belonged to producers and 7 to consumers. Diatoms, green algae, and cyanobacteria dominated the microalgal community. Total phytoplankton abundance ranged from 2981.250×10³ to 6731.250×10³ cells/L, while biomass varied from 372.795 to 1630.153 mg/L. Analysis of ichthyofauna revealed differences in species richness among the studied water bodies. The obtained data characterize the current state of aquatic biota and may be used to assess the ecological condition and bioresource potential of the water bodies.*

Key words: *phytoplankton, ichthyofauna, taxonomic structure, abundance, biomass, Tudakul Reservoir, Shorkul Reservoir, Amu-Bukhara Machine Canal, Lake Shirbulak.*

Фитопланктон – микроскопические растительные организмы, свободно парящие в толще воды и осуществляющие фотосинтез. Роль фитопланктона в водных экосистемах первостепенна при оценке процессов накопления органического вещества благодаря высоким темпам размножения и продукции биомассы, а также чуткому реагированию на изменения экологических факторов. Ввиду микроскопических размеров и богатого содержания органических соединений планктонные водоросли являются пищей для планктонных ракообразных, зоопланктона, а также молоди рыб. В литературных источниках указывается различная степень усвоения фитопланктона рыбами (15-99%) (Константинов, 1986). Для оценки вклада фитопланктона в формирование кормовой базы водоёма необходимо изучение структуры альгоценозов, определение доминирующих видов и их размерного диапазона, так как от этого зависит эффективность потребления микроводорослей, что отражается в потоке вещества и энергии между разными звеньями трофической цепи (Садчиков и др., 2016). Вклад фитопланктона в формирование сырьевой базы рыболовства оценивается на основе трофности водоёма, напрямую связанной с биомассой альгофлоры: при олиготрофном статусе водоём является «малокормным». Для оценки рыбопродуктивных возможностей водоёмов используют расчётные методы связи биомассы фитопланктона и ихтиомассы.

Цель исследования: определить современное состояние весеннего фитопланктона Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала и озера Ширбулак в цикле сезонной динамики, изучить таксономическую структуру, качественное и количественное развитие (численность, биомасса), а также с учётом полученных данных по биомассе фитопланктона определить кормность водоёмов, изучить видовой состав и особенности распределения ихтиофауны исследуемых водных объектов.

Материал и методы. Объектом исследования были сообщества весеннего фитопланктона 2026 г. и ихтиофауна Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала (АБМК) и озера Ширбулак.

Пробы фитопланктона отбирались однолитровым батометром Паталаса; затем по 250 мл из каждой пробы сливали в 500 мл ёмкость и смешивали, то есть формировали интегральные пробы. Для сбора полевого материала и проведения аналитических работ использованы общепринятые гидробиологические методы (Константинов, 1986; Федоров, 2006; Мустафаева и др., 2017), а для идентификации видового состава микроводорослей использовались определители по группам организмов фитопланктона (Курсанов и др., 1977; Мошкова и Голлербах, 1986; Музафаров А.М.и др., 1988; Халилов и др., 2014 и др.). Стандартные горизонты отбора проб: 0 м (поверхность), 0,5; 1,0; 2,5; 3,0 м. Отобранная в полиэтиленовую бутылку проба фиксировалась 40%-ным формалином и раствором Люголя (1-2 капли), снабжалась этикеткой (номер пробы, дата, водный объект, станция).

Изучение ихтиофауны проводилось на основе анализа литературных сведений и материалов полевых исследованных водных объектов. Видовой состав рыб уточняли по результатам визуального осмотра уловов, опросных сведений рыбаков и сопоставления с опубликованными ихтиологическими данными. При идентификации таксономической принадлежности рыб использовались общепринятые определители и современные номенклатурные сведения (Берг, 1948-1949; Мирабдуллаев ва бошқ, 2001; Kamilov, Urchinov, 1995). Для каждого водного объекта отмечали наличие или отсутствие видов; полученные данные обобщались в сравнительной таблице с указанием семейства, видового состава и встречаемости в исследуемых водоемах.

Результаты и обсуждение. В мае 2026 г. были проведены экспедиционные обследования компонентов водной биоты Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала и озера Ширбулак согласно рабочей программе. Был собран полевой материал по фитопланктону и ихтиофауне.

Пробы фитопланктона отбирались в двух точках по горизонтальной стратификации на глубине от 0,5 до 1,0 м при температуре воды 18,5-22,18 °С; цвет воды варьировал от серовато-зелёного до зелёного; дно представлено песком, смешанным с серыми и тёмно-серыми илами и отмирающей растительностью.

Фитопланктон. Доминантный комплекс фитопланктонных сообществ исследованных участков водоёмов и водного объекта (АБМК) был представлен в основном продуцентами, среди которых наибольшего развития и разнообразия достигали диатомовые, синезелёные и зелёные водоросли; с единичным обилием отмечены криптофитовые, динофитовые и золотистые водоросли.

Всего в весенних пробах фитопланктона было обнаружено 109 видов, разновидностей и форм микроводорослей, из которых Cyanophyta – 16 видов, Bacillariophyta – 67 видов, Chlorophyta – 19 видов, Dinophyta – 4 вида, Chrysophyta – 2 вида и Cryptophyta – 1 вид водорослей.

В таблице представлены сравнительные характеристики таксономического развития фитопланктона водоёмов Навоийской и Бухарской областей в весенний период (май) 2026 г.

Таблица 1.

Таксономический состав весеннего фитопланктона Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала и озера Ширбулак

Таксон / №№ пробы	1	2	3	4	5
CYANOPHYTA	11	8	9	10	7
BACILLARIOPHYTA	55	44	21	18	27
CRYPTOPHYTA	1	-	1	1	1
CHRYSOPHYTA	1	1	-	1	-
DINOPHYTA	2	2	3	2	-
CHLOROPHYTA	16	8	11	8	10
КОЛ-ВО ВИДОВ	**86**	**63**	**47**	**40**	**45**

Примечание: май 2026 г.: № 1 – Тудакульское водохранилище, 04.05.2026 г.; № 2 –Тудакульское водохранилище, 04.05.2026 г.; № 3 – Шоркульское водохранилище, 05.05.2026 г.; № 4 – Аму-Бухарский машинный канал, 06.05.2026 г.; № 5 – озеро Ширбулак, 07.05.2026 г.

Синезелёные водоросли (Cyanophyta) весеннего фитопланктона исследованных участков водоёмов Навоийской и Бухарской областей представлены умеренно – 7-11 видами (табл.1).

Всего в пяти пробах было отмечено 16 видов, что составило 14,68% от общего числа видов. Как правило, преобладают планктонные колониальные и нитчатые синезелёные водоросли β-, β-α-мезосапробных условий из родов *Merismopedia*, *Microcystis*, *Gloeocapsa*, *Gomposphaeria*, *Dactylococcopsis* и виды сем. Oscillatoriaceae. Количественное развитие синезелёных водорослей уменьшается по мере увеличения глубины отбора проб фитопланктона. Численность синезелёных водорослей в Тудакульском водохранилище колебалась в пределах от 2281,250*10³ кл/л до 2250,00*10³ кл/л, а биомасса соответственно — от 53,988 до 22,188 мг/л; наибольшая численность синезелёных водорослей наблюдалась в пробе из Шоркульского водохранилища (№ 3) и составила 3293,750*10³ кл/л, а биомасса – 42,713 мг/л.

Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) по таксономическому разнообразию занимают доминирующее положение в фитопланктоне – 18-55 видов. Всего в пяти пробах отмечено 67 видов, или 61,46% от общего числа видов исследованных участков водоёмов Навоийской и Бухарской областей. Видовой состав фитопланктона формируют в основном широко распространённые пресноводно-солоноватоводные о-β-, β- и β-а-мезосапробные виды родов *Melosira*, *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Cocconeis*, *Diploneis*, *Navicula* и др. Для всех водоёмов характерно массовое развитие планктонных видов *Melosira varians* Ag., *M.granulata* (Ehr.) Ralfs., *Asterionella gracillima* (Hantzsch.) Heib., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., C. kuetzingiana Thw., C. comta (Ehr.) Kütz., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Fr. capucina* Desm., *Fr. construens* (Ehr.) Grun., *Synedra acus* Kütz., *Nitzschia holsatica* Hust. и др. С увеличением глубины до 1,0 м в пробах начинают преобладать фитобентосные формы водорослей и усиливается доля галофильных солоноватоводных форм: *Synedra minusculus*, *Achnanthes affinis* Grun., *Ach.minutissima* Kütz., *Mastogloia Smithii* и её вариация, *Amphora ovalis* Kütz., *Navicula cincta*, *N. cryptocephala* Kütz. и её вариации, *N.Kolbei*, *N.spicula* и др. Численность диатомовых водорослей в пробах колеблется в пределах от 350,00*10³ кл/л до 3225,00*10³ кл/л, а биомасса соответственно – от 176,669 до 1400,468 мг/л.

Таблица 2.

Количественное развитие весеннего фитопланктона Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала и озера Ширбулак в мае 2026 г.
(числитель — численность *10³ кл/л; знаменатель – биомасса, мг/л)

Таксон / №№ пробы	1	2	3	4	5
Cyanophyta	2281,250 53.988	2225,00 22.188	3293,750 42.713	2225,00 70.413	2531,250 42.775
Bacillariophyta	2187,500 1400.00	1156,250 925.431	525,00 223.856	350,00 176.669	3225,00 521.650
Cryptophyta	6,250 5.425	-	18,750 16.275	6,250 5.425	6,250 5.425
Chrysophyta	6,250 0.838	12,500 1.675	-	6,250 0,838	-
Dinophyta	12,500 22.059	12,500 22.059	25,00 63.959	12,500 20.125	-
Chlorophyta	462,500 147.375	162,500 41.913	487,500 84.969	381,250 99.325	968,750 161.688
Общая чис-ть *10³кл/л / биомасса, мг/л	**4956,250 1630.153**	**3568,750 1013.266**	**4350,00 431.772**	**2981,250 372.795**	**6731,250 731.538**

Примечание: май 2026 г.: № 1 – Тудакульское водохранилище, 04.05.2026 г.; № 2 –Тудакульское водохранилище, 04.05.2026 г.; № 3 –Шоркульское водохранилище, 05.05.2026 г.; № 4 –Аму-Бухарский машинный канал, 06.05.2026 г.; № 5 – озеро Ширбулак, 07.05.2026 г.

Из зелёных водорослей (Chlorophyta) в весенних пробах исследованных участков водоёмов Навоийской и Бухарской областей зарегистрировано от 8 до 16 видов. Общее количество зелёных водорослей в пяти пробах составило 19 видов, или 17,44%; они в основном представлены широко распространёнными β-мезосапробными видами из родов *Ankistrodesmus*, *Oocystis*, *Chlorococcum*, *Chlamidomonas*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Cosmarium* и др. Численность зелёных водорослей колеблется в пределах от 162,500*10³ кл/л до 968,750*10³ кл/л, а биомасса соответственно составила от 41,913 до 161,688 мг/л.

С невысоким обилием (1-4 вида) в исследованных пробах были отмечены динофитовые (Dinophyta), золотистые (Chrysophyta) и криптофитовые (Cryptophyta) водоросли,

представленные видами из родов *Glenodinium*, *Peridinium*, *Dinopryon*, *Cryptomonas*. Их численность составляла от 6,250*10³ кл/л до 25,00*10³ кл/л, а биомасса – от 0,838 до 63,959 мг/л.

В отдельных пробах фитопланктона единично отмечены простейшие, науплии, ракообразные и ракушкообразные амебы.

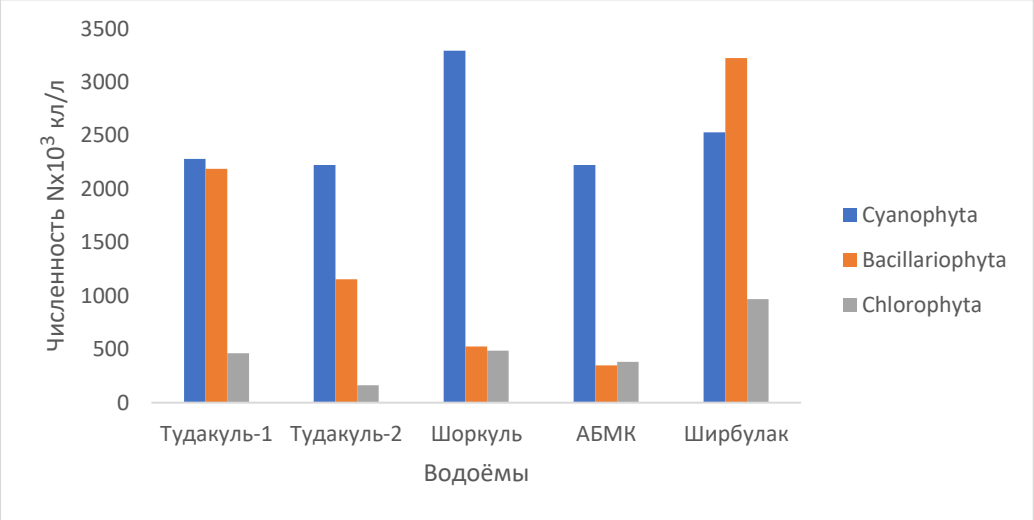


Рисунок 1. График сравнительной характеристики количественного развития весеннего фитопланктона водоёмов Навоийской и Бухарской областей, май 2026 г.

Как показано на рисунке 1, наиболее высокие показатели численности характерны для синезелёных водорослей практически во всех исследованных водоёмах при более низких показателях численности зелёных водорослей.

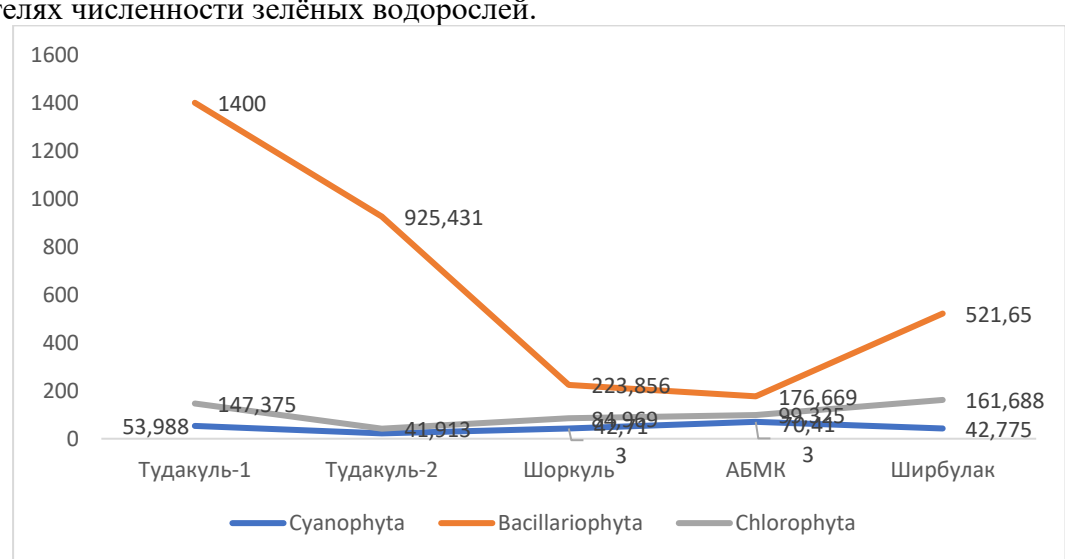


Рисунок 2. Сравнительная характеристика биомассы основных таксономических групп весеннего фитопланктона водоёмов Навоийской и Бухарской областей

Как показано на рисунке 2, наиболее высокие показатели биомассы характерны для диатомовых водорослей практически во всех исследованных водоёмах при невысоких показателях биомассы синезелёных и зелёных водорослей.

Таким образом, на основании полученных результатов можно отметить, что доминантный комплекс фитопланктона представлен диатомовыми и синезелёными водорослями при слабо-умеренном развитии зелёных водорослей, что характерно для весеннего периода. Общая численность весеннего фитопланктона 2026 г. варьирует в пределах от 2981,250*10³ кл/л до 6731,250*10³ кл/л, а биомасса – от 372,795 до 1630,153 мг/л (рис. 2). Тем не менее по количественным показателям водоёмы соответствуют олиготрофному статусу. С точки зрения рыбопродуктивности водоёмы являются малокормными (Садчиков А.П. и др., 2016).

Ихтиофауна. Ихтиофауна Тудакульского и Шоркульского водохранилищ, Аму-Бухарского машинного канала и озера Ширбулак имеет выраженное сходство по основному видовому ядру, однако заметно различается по общему богатству таксонов. Наиболее разнообразной является ихтиофауна Тудакульского водохранилища, где отмечено 24 вида и формы рыб. Второе место занимает Аму-Бухарский машинный канал – 20 видов. В Шоркульском водохранилище указано 14 видов, а в озере Ширбулак – 10 видов (табл. 3).

Таблица 3.

Ихтиофауна водоемов и водных объектов Навоийской и Бухарской областей

№	Вид рыб (по литературным данным)	Тудакульское вдхр.	Шоркульское вдхр.	АБМК	оз. Ширбулак
Cyprinidae					
1	*Pseudorasbora parva*	+	+	+	+
2	*Alburnus chalcoides*	+	+	+	+
3	*Aspius aspius iblioides*	-	-	-	-
4	*Luciobarbus brachycephalus*	-	-	-	-
5	*Ctenopharyngodon idella*	+	+	+	-
6	*Parabramis pekinensis*	+	-	+	+
7	*Hypophthalmichthys molitrix*	+	+	+	+
8	*Hemiculter leucisculus*	+	+	+	+
9	*Rhodeus ocellatus*	+	-	+	-
10	*Aspiolucius esocinus*	-	-	-	-
11	*Leuciscus lehmannii*	-	-	-	-
12	*Carassius gibelio*	+	+	+	+
13	*Abbottina rivularis*	+	-	+	-
14	*Abramis brama*	+	+	-	-
15	*Capoetobrama kuschakewitschi*	-	-	-	-
16	*Hypophthalmichthys nobilis*	+	+	+	-
17	*Rutilus aralensis*	+	+	+	+
18	*Cyprinus carpio*	+	+	+	+
19	*Capoeta heratensis steindachneri*	+	-	+	-
20	*Luciobarbus conocephalus*	+	-	+	-
21	*Mylopharyngodon piceus*	+	-	-	-
22	*Pelecus cultratus*	+	-	-	-
23	*Scardinius erythrophthalmus*	-	-	-	-
Acipenseridae					
24	*Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*	+	-	-	-
Poeciliidae					
25	*Gambusia sp.*	+	-	+	-
Channidae					
26	*Channa argus*	+	-	+	-
Odontobutidae					
27	*Micropercops cinctus*	+	+	+	-
Gobiidae					
28	*Rhinogobius lindbergi*	+	+	+	+
Siluridae					
29	*Silurus glanis*	+	+	+	-
Percidae					
30	*Sander lucioperca*	+	+	+	+
Nemacheilidae					
31	*Triplophysa sp.*	-	-	-	-
	Итого:	**24**	**14**	**20**	**10**

Следовательно, Тудакульское водохранилище и Аму-Бухарский машинный канал характеризуются более насыщенным составом ихтиофауны, тогда как Шоркульское водохранилище и озеро Ширбулак имеют более ограниченный, но достаточно устойчивый набор видов.

Основу ихтиофауны всех четырёх водных объектов составляют представители семейства Cyprinidae. Это закономерно, поскольку карповые рыбы обычно формируют главную часть ихтиофауны равнинных водоёмов Центральной Азии. Во всех четырёх водных

объектах отмечены *Pseudorasbora parva, Alburnus chalcoides, Hypophthalmichthys molitrix, Hemiculter leucisculus, Carassius gibelio, Rutilus aralensis* и *Cyprinus carpio*. Эти виды можно рассматривать как наиболее широко распространённую группу, формирующую базовое ядро рыбного населения исследуемых водоёмов.

Тудакульское водохранилище отличается не только высоким числом видов, но и более широким таксономическим спектром. Помимо карповых, здесь отмечены *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni, Gambusia sp., Channa argus, Micropercops cinctus, Rhinogobius lindbergi, Silurus glanis* и *Sander lucioperca*. Наличие таких видов показывает, что водоём имеет сложную ихтиофаунистическую структуру: в нём представлены как мирные фитофаги и бентофаги, так и хищные рыбы.

Аму-Бухарский машинный канал (АБМК) также характеризуется сравнительно богатым составом ихтиофауны. Здесь отмечено 20 видов, включая *Alburnus chalcoides, Parabramis pekinensis, Rhodeus ocellatus, Hypophthalmichthys nobilis, Channa argus, Micropercops cinctus, Silurus glanis* и *Sander lucioperca*. По видовому составу Аму-Бухарский машинный канал близок к Тудакульскому водохранилищу, однако уступает ему по общему числу зарегистрированных таксонов.

Шоркульское водохранилище имеет менее компактную ихтиофауну. В нём отмечено 14 видов, среди которых преобладают карповые: *Alburnus chalcoides, Abramis brama, Hypophthalmichthys molitrix, Carassius gibelio, Rutilus aralensis, Cyprinus carpio*. Также присутствуют *Rhinogobius lindbergi, Silurus glanis* и *Sander lucioperca*. Это указывает на наличие как кормовой базы, так и хищного звена.

Озеро Ширбулак относительно молодой водоем, характеризуется сравнительно меньшим видовым разнообразием. Здесь указано 10 видов рыб. В составе ихтиофауны отмечены представители семейства Cyprinidae, а также отдельные виды других семейств. Среди характерных видов можно указать *Pseudorasbora parva, Alburnus chalcoides, Parabramis pekinensis, Hypophthalmichthys molitrix, Hemiculter leucisculus, Carassius gibelio, Rutilus aralensis, Cyprinus carpio, Rhinogobius lindbergi* и *Sander lucioperca*. В отличие от Тудакульского водохранилища и Аму-Бухарского машинного канала, в озере Ширбулак отсутствуют некоторые крупные промысловые и хищные виды, например *Silurus glanis* и *Channa argus*.

В целом анализ показывает, что Тудакульское водохранилище и Аму-Бухарский машинный канал являются более богатыми по ихтиофауне водными объектами, тогда как Шоркульское водохранилище и озеро Ширбулак характеризуются сравнительно меньшим видовым разнообразием. Вместе с тем их нельзя рассматривать как ихтиологически малозначимые водоёмы, поскольку в них сохраняются базовые представители семейства Cyprinidae и отдельные хищные виды. Для более обоснованного научного заключения данные необходимо дополнить современными полевыми материалами, поскольку одноразовое весеннее обследование позволяет установить факт регистрации вида, но не отражает его численность, биомассу, возрастную структуру и современное состояние популяций.

Выводы. На основании проведённых исследований по качественному и количественному развитию фитопланктона исследованных водоёмов Навоийской и Бухарской областей можно отметить, что доминантный комплекс был представлен в основном продуцентами, среди которых наибольшего развития и разнообразия достигали диатомовые, синезелёные и зелёные водоросли; с единичным обилием (1-4 вида) отмечены криптофитовые, золотистые (Тудакульское водохранилище) и динофитовые водоросли.

Всего в пяти пробах весеннего фитопланктона исследованных участков водоёмов Навоийской и Бухарской областей было обнаружено 116 видов организмов, из которых 109 видов относятся к группе продуцентов, а 7 видов – к группе консументов.

Анализ экологических характеристик обнаруженных в сообществах диатомовых водорослей свидетельствует о том, что в условиях современной минерализации воды исследованных водоёмов фитопланктон представлен пресноводно-солоноватоводными, солоноватоводными и солоноватоводно-морскими формами водорослей, количество которых

возрастает по мере увеличения глубины.

По уровню развития водных организмов и значениям индекса индикаторных видов, исследованные водоёмы Навоийской и Бухарской областей характеризуются, в целом, как β-мезотрофные, относящиеся к III классу качества воды (умеренно загрязнённые воды).

Исследованные водоёмы Навоийской и Бухарской областей по количественным показателям биомассы соответствуют олиготрофному статусу, поэтому с точки зрения рыбопродуктивности являются малокормными.

Ихтиофауна исследуемых водоёмов представлена различным по богатству и структуре видовым составом рыб. Наиболее высоким разнообразием характеризуются Тудакульское водохранилище и Аму-Бухарский машинный канал, где отмечено соответственно 24 и 20 видов. Шоркульское водохранилище и озеро Ширбулак имеют более ограниченный состав ихтиофауны – 14 и 10 видов, однако в них сохраняются основные представители семейства Cyprinidae и отдельные хищные виды. Это свидетельствует об относительной устойчивости их ихтиофаунистической структуры.

Финансирование. Данная научно-исследовательская работа выполнена в рамках научно-исследовательской программы Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан на 2025-2029 годы «1.2. Создание цифровой информационной системы животного мира Бухарской и Навоийской областей», финансируемой за счет средств государственного бюджета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1–3. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948–1949.

2. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая шк., 1986. 472 с.

3. Курсанов Л.И., Забелина М.М., Мейер К.И., Ролл Я.В., Пешинская Н.И. Определитель низших растений. Водоросли. – М., Изд-во «Советская наука», 1977, Т.1, Т.2.

4. Мирабдуллаев И.М., Мирзаев У.Т., Хегай В.Н. Определитель рыб Узбекистана. – Ташкент: Chinor ENK, 2001. – 110 с.

5. Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т-10, Зеленые водоросли. Класс Улотриксовые. – Л., Изд.во «Наука», 1986. – 378 с.

6. Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилов С. Определитель сине-зеленых водорослей Средней Азии. Т.2,3. - Ташкент, Фан, 1988. 1216 с.

7. Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т., Камилов Б.Г. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана // Методическое пособие. – Ташкент: Навруз. - 2017. – 112 с.

8. Садчиков А.П., Котелевцев С.В., Остроумов С.А. Экологическая значимость размерной структуры фитопланктона и ее влияние на продуктивность водоемов // Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С.14-17.

9. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. – М.: СЭВ, 1976. – 4.3, 185 с.; Приложение 1: Индикаторы сапробности. – 1977. – 91 с.; Приложение 2: Атлас сапробных организмов. – 1977. – 227 с.

10. Федоров В.Д. Практическая гидробиология пресноводных экосистем. – Москва, ИГУ 2006. – 365 с.

11. Халилов С.А., Шоякубов Р.Ш., Мустафаева З.А., Эргашева Х.Э., Каримов Б.К., Тожибаев Т.Ж., Алимжанова Х.А. Определитель вольвоксовых водорослей Узбекистана. – Наманган, 2014. – 215 с.

12. Kamilov G.K., Urchinov Z.U. Fish and fisheries in Uzbekistan under the impact of irrigated agriculture // Inland fisheries under the impact of irrigated agriculture: Central Asia / ed. T. Petr. – Rome: FAO, 1995. – FAO Fisheries Circular No. 894. – P. 10–41.

13. Streble H., Krauter D. Microflora und Microfauna des subwassers. Das Leben im Wassertropfen, Franckh-Kosmos Verlags GmbH, Stuttgard, 1988. - 399 p.

УЎТ: 504.4.054

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ГИДРОХИМИЯ КАНАЛА БОЗСУВ-АНХОР-АК-ТЕПА В ГОРОДЕ ТАШКЕНТ

У.А.Набиев, к.б.н., доц., Национальный университет Узбекистана, Ташкент

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotning maqsadi O'zbekiston poytaxti Toshkent shahrining muhim suv ta'minoti manbalaridan biri hisoblangan Bo'zsuv kanalidagi suv oqimining ekologik xususiyatlari va gidrokimyoviy o'zgarishlarini o'rganishdan iborat. Tadqiqotda suv sifatiga ta'sir etuvchi asosiy kimyoviy ko'rsatkichlar, jumladan kalsiy (Ca^{2+}), magniy (Mg^{2+}), nitritlar (NO_2^-) va suvning umumiy qattiqligi (TH) ning mavsumiy o'zgarishlari tahlil qilindi. Bo'zsuv kanalining kirish va chiqish nuqtalaridan olingan suv namunalarini tahlil qilish natijalari mart–avgust oylarida suv*

qattiqligi hamda ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasining sezilarli darajada ortishini, yil oxiriga kelib esa kamayishini ko'rsatdi. Olingan natijalar suv sifatining yanada yomonlashuvining oldini olish va suv resurslaridan barqaror foydalanishni ta'minlash maqsadida muntazam monitoring olib borish hamda ifloslanishni nazorat qilishning samarali choralarini joriy etish zarurligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: *Bo'zsuv kanali, suv sifati, gidrokimyoviy tahlil, ekologik monitoring, kalsiy, magniy, nitritlar, umumiy qattiqlik, mavsumiy o'zgarishlar, suv resurslari.*

Аннотация. *Целью данного исследования является изучение экологических характеристик и гидрохимических изменений водного потока канала Бозсув, который является одним из важнейших источников водоснабжения города Ташкента — столицы Узбекистана. В работе рассмотрены сезонные изменения ключевых химических показателей, таких как кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), нитриты (NO_2^-) и общая жёсткость воды (TH), оказывающих влияние на её качество. Анализ проб воды, отобранных на входе и выходе канала Бозсув, показал значительное увеличение жёсткости воды и концентрации загрязняющих веществ в период с марта по август с последующим снижением к концу года. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости регулярного мониторинга и внедрения эффективных мер по контролю загрязнения для предотвращения дальнейшего ухудшения качества воды и обеспечения устойчивого использования водных ресурсов.*

Abstract. *The purpose of this study is to investigate the ecological characteristics and hydrochemical changes in the water flow of the Bozsu Canal, one of the most important water supply sources for Tashkent, the capital city of Uzbekistan. The research examines seasonal variations in key chemical indicators affecting water quality, including calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), nitrites (NO_2^-), and total hardness (TH). Analysis of water samples collected at the inlet and outlet sections of the Bozsu Canal revealed a significant increase in water hardness and pollutant concentrations from March to August, followed by a decline toward the end of the year. The findings highlight the necessity of regular monitoring and the implementation of effective pollution control measures to prevent further deterioration of water quality and ensure the sustainable use of water resources.*

Key words: *Bozsu Canal, water quality, hydrochemical analysis, environmental monitoring, calcium, magnesium, nitrites, total hardness, seasonal variation, water resources.*

Введение. Вода как возобновляемый ресурс считается самым ценным и жизненно важным природным ресурсом для существования человечества. Она является не только важнейшим элементом сельскохозяйственного и промышленного развития, но и играет центральную роль в поддержании устойчивости экосистем, обеспечивая непрерывность жизненного цикла на планете [1, 2]. Однако, несмотря на её огромное значение, рост мирового населения и связанные с ним процессы урбанизации оказывают всё большее давление на этот бесценный ресурс. Особенно заметно это проявляется в аридных и полуаридных регионах, где доступ к пресной воде становится серьёзной проблемой, а дефицит и загрязнение водных ресурсов приобретают широкое распространение. Согласно оценкам, приведённым в литературе, около 1,1 миллиарда человек во всём мире не имеют прямого доступа к чистой и безопасной питьевой воде, а примерно 5 миллионов смертей ежегодно связаны с заболеваниями, вызванными загрязнённой водой [3].

Несмотря на кажущееся изобилие водных ресурсов в виде рек, озёр, водохранилищ, мелких и глубоких водоносных горизонтов, лишь около 3 % всей воды на Земле считается пригодной для использования, а менее 0,01 % доступно для непосредственного потребления человеком [4]. Поэтому эффективная охрана и рациональное управление существующими водными ресурсами имеют особое значение в условиях дефицита воды и возрастающего антропогенного воздействия.

Засоление пресных вод привлекло значительное внимание мирового сообщества благодаря своему глобальному характеру и стало серьёзной экологической проблемой. Особенно подвержены этому процессу территории с аридным и полуаридным климатом, где засоление может быстро прогрессировать вследствие сельскохозяйственной и

горнодобывающей деятельности [5]. Центральная Азия, для которой характерен преимущественно аридный и полуаридный климат, относится к числу наиболее засушливых регионов мира и сталкивается с серьёзными проблемами, связанными с обеспеченностью пресной водой и её засолением [6].

В данном регионе основными факторами засоления и деградации пресных вод являются последствия изменения климата, быстрые процессы урбанизации, длительное применение неэффективных сельскохозяйственных практик (избыточное внесение удобрений, промывка солей, сброс поверхностного стока в чистые водоёмы), а также неудовлетворительное состояние дренажных систем (устаревших и неисправных) [7]. Кроме того, прогнозы Всемирного института ресурсов показывают, что постоянное повышение средней температуры и снижение количества осадков к 2050-м годам, вероятно, приведут к заметному уменьшению водности двух крупнейших рек региона — Амударьи и Сырдарьи, питающихся за счёт таяния снегов и атмосферных осадков, что усилит водный стресс и создаст серьёзные проблемы [8]. В связи с этим мониторинг существующих водных ресурсов и внедрение профилактических мер на основе научных наблюдений должны стать одним из главных приоритетов для правительств стран Центральной Азии.

Узбекистан, не имеющий выхода к морю и расположенный в глубине материка, в значительной степени зависит от водных ресурсов трансграничных рек, поскольку страна практически не обладает собственными природными водными ресурсами. В сочетании с изменением климата, изношенной ирригационной инфраструктурой, быстрым ростом городов и индустриализацией это приводит к усилению нагрузки на имеющиеся водные ресурсы, создавая серьёзные проблемы для фермеров и населения страны [9].

Для решения этих проблем Узбекистан принял стратегии устойчивого развития, в которых охрана окружающей среды и водных ресурсов рассматривается как одна из ключевых задач устойчивого сельского хозяйства. Особое внимание уделяется обеспечению того, чтобы как количество, так и качество воды, используемой в сельском хозяйстве и городской сфере, соответствовали международным экологическим стандартам [10].

В рамках данных стратегий устойчивого развития отечественными учёными было проведено множество исследований по оценке качества воды трансграничных рек, местных озёр и дренажных вод с целью их возможного повторного использования [11, 12, 13]. Однако городские каналы, проходящие через урбанизированные территории с выраженным антропогенным воздействием, остаются недостаточно изученными, что вызывает научный интерес. Это особенно важно, поскольку каналы, протекающие через города, подвержены загрязнению бытовыми, промышленными и поверхностными сточными водами.

Ташкент — столица и крупнейший по численности населения город Узбекистана, представляющий собой быстро развивающийся мегаполис с населением более 3 миллионов человек [14]. Через город протекают несколько каналов, включая Бозсу, Карасу, Салар и другие водные объекты. Они используются для рекреации, отвода дренажных вод, а в отдельных случаях и для сброса сточных вод.

Среди них особое значение имеет канал Бозсу-Анхор-Ак-Тепа благодаря своим размерам протяжённости 8,7 км в зоне охвата в городе. Беря начало на правом берегу реки Чирчик под названием Бозсув канал проходит через ключевые районы Ташкентской области и попадает в город Ташкента, после чего впадает в реку Сырдарью. Проходя через густонаселённые и индустриальные территории, канал всё больше подвергается загрязнению различными веществами бытового и промышленного происхождения.

В связи с этим качество воды и экологическое состояние канала Бозсу-Анхор-Ак-Тепа становятся важным вопросом общественного здоровья и экологической устойчивости. Изменения таких показателей воды, как содержание нитритов (NO_2^-), кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}) и общего количества растворённых веществ (ОКРВ), могут оказывать отрицательное воздействие на водные экосистемы и ограничивать использование воды для сельскохозяйственных и бытовых нужд в нижнем течении канала. Кроме того, сезонные

климатические изменения, особенно высокие летние температуры, а также городской сток (в основном сточные воды небольших предприятий) способствуют колебаниям качества воды.

Несмотря на важную роль канала в сельском хозяйстве и деятельности малых предприятий, исследования его сезонных изменений химического состава немногочисленны. Поэтому данное исследование направлено на восполнение существующего пробела путём анализа гидрохимических изменений воды канала Бозсу в различные месяцы года. Пробы воды были отобраны в двух точках — на входе канала в город и на выходе из него. В лабораторных условиях были проанализированы такие показатели, как кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), нитриты (NO_2^-) и общая жёсткость воды (ОЖВ).

Материалы и методы.

1. Район исследования. Ташкент является столицей и самым густонаселённым городом Узбекистана. По состоянию на 1 апреля 2024 года его население превышало 3 миллиона человек, что делает его крупнейшей городской агломерацией Центральной Азии [14]. Географически город расположен на северо-востоке страны, недалеко от границы с Казахстаном, являясь важным экономическим и культурным центром не только Узбекистана, но и всей Центральной Азии.

Однако стремительная урбанизация приводит к возникновению серьёзных экологических проблем. Загрязнение воздуха, являющееся одной из наиболее серьёзных проблем для жителей города, в последние годы значительно усилилось вследствие увеличения количества частного транспорта. На протяжении последних пяти лет Ташкент регулярно входит в десятку самых загрязнённых столиц мира, а иногда занимает первое место в данном рейтинге. По данным местных властей, основными причинами высокого уровня загрязнения являются промышленные выбросы, транспортные потоки и строительная деятельность.

По мере роста населения решение проблем, связанных с качеством воздуха и загрязнением водных ресурсов, становится одной из важнейших задач устойчивого развития города [15]. Через территорию Ташкента из соседних районов протекают несколько каналов, такие как Каракамыш, Бозсу, Салар и Карасу. Бозсу является древним каналом, берущим начало от реки Чирчик. Протекая от правого берега Чирчика, канал направляется с северо-востока на юго-запад через Кибрайский, Зангиатинский и Янгиюльский районы Ташкентской области, а также через отдельные территории города Ташкента и Казахстана. Затем он впадает в Сырдарью в районе Чиназа. Длина канала составляет от Чирчика до Сырдарьи 159 км. В истоке расход воды достигает в приделах 315 м³/с, однако ниже десятой гидроэлектростанции расход уменьшается до 115 м³/с, а избыток воды сбрасывается обратно в реку Чирчик. Русло канала извилистое, его ширина варьирует от 15 до 25 м, а в нижнем течении глубина достигает 35 м. По обеим сторонам Бозсу-Анхор-Ак-Тепа построены 24 канала с расходом воды от 0,6 до 38 м³/с. Они используются для орошения и промышленного водоснабжения в нижних частях территории [16].

2. Анализ воды и отбор проб. Методы исследования и практические подходы выполнялись в соответствии с государственными стандартами, утверждёнными Министерством здравоохранения Республики Узбекистан. Лабораторные исследования проводились в лаборатории санитарно-эпидемиологической станции, (СЭС). Целью исследования было определение концентраций отдельных химических веществ в воде канала Бозсу в точках входа воды в город и выхода из него как канал Ак-Тепа. Для этого в течение 2024 года ежемесячно, с января по декабрь, производился отбор проб воды. Пробы отбирались в начале каждого месяца в заранее определённых пунктах наблюдения. Государственные стандартные методы, согласованные и утверждённые несколькими министерствами, широко применяются в научных и экспериментальных исследованиях. В контролируемых лабораторных условиях были выполнены следующие анализы:

а) определение концентрации нитритов (NO_2^-);

б) определение концентрации кальция и магния (Ca/Mg);

в) измерение общей жёсткости воды.

Общая жёсткость воды определяется по следующей формуле:

Общая жёсткость (мг/л в пересчёте на $CaCO_3$) рассчитывается по следующей формуле:

$$TH = (Ca^{2+} \times 2.5) + (Mg^{2+} \times 4.1)$$

где:

- **ОЖВ** — общая жёсткость воды (мг/л в пересчёте на $CaCO_3$);
- **Ca^{2+}** — концентрация ионов кальция (мг/л);
- **Mg^{2+}** — концентрация ионов магния (мг/л);

коэффициенты **2,5** и **4,1** используются для пересчёта концентраций кальция и магния в эквивалентную жёсткость по карбонату кальция ($CaCO_3$).

Результаты и обсуждение. Мониторинг качества воды является одним из ключевых компонентов эффективного управления водными ресурсами. Непрерывное измерение параметров воды позволяет ответственным органам разрабатывать превентивные стратегии для предотвращения потенциальных проблем. В данном исследовании были оценены общая жёсткость воды и концентрация нитритов в воде, протекающей по каналу Бозсу-Ак-Тепа по центральной части города Ташкента.

В целом жёсткость воды в основном определяется содержанием соединений кальция и магния, а также ряда других металлов. Согласно рекомендациям ФАО, вода с жёсткостью от 0 до 60 мг/л в пересчёте на карбонат кальция относится к мягкой; от 61 до 120 мг/л — к умеренно жёсткой; от 121 до 180 мг/л — к жёсткой; свыше 180 мг/л — к очень жёсткой. Нитриты в воде, как питьевой, так и оросительной, могут появляться в результате антропогенной и природной деятельности. Основным природным источником является микробиологическое окисление аммиака до нитритов. Основными антропогенными источниками выступают минеральные удобрения, а также отходы жизнедеятельности человека и животных (животноводческие комплексы и септики). Концентрация нитратов в поверхностных водах редко превышает 1 мг/л, за исключением районов с сильным загрязнением. Содержание нитритов в подземных и поверхностных водах обычно незначительно по сравнению с нитратами, поскольку в аэрируемой воде нитриты быстро окисляются до нитратов.

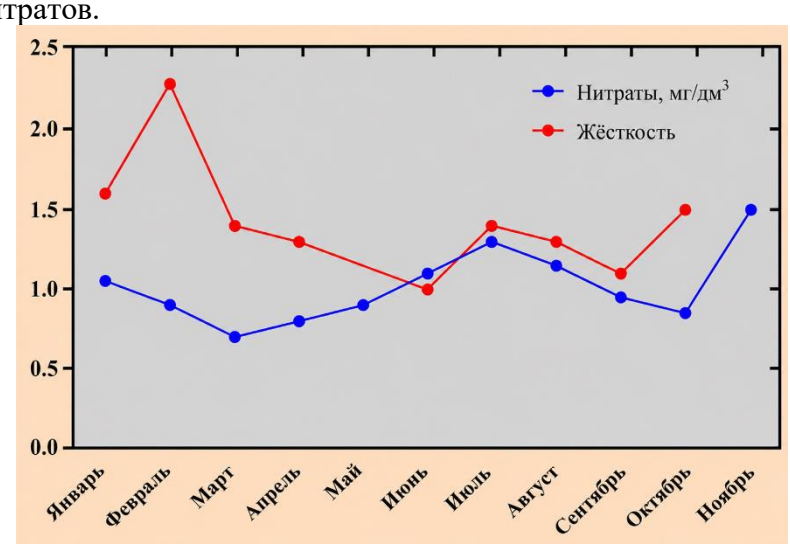


Рис. 1. Жёсткость воды и концентрация нитритов в канале Бозсу-Анхор-Ак-Тепа (входной участок).

Согласно результатам ежемесячных наблюдений, представленным на рисунке 1, вода на входном участке канала Ак-Тепа в течение всего года характеризовалась как мягкая, хотя наблюдались умеренные колебания показателей. Очевидно, что жёсткость воды изменяется в зависимости от сезона и климатических условий, таких как количество осадков и температура воздуха. Например, в январе жёсткость воды составляла 1,6 мг/л. В феврале данный показатель увеличился до 2,3 мг/л, то есть на 0,7 мг/л. Повышение жёсткости воды в этот период может быть связано с интенсивным снеготаянием в конце зимнего сезона. Кроме того, обильные осадки могли способствовать вымыванию минеральных веществ, что также привело к увеличению жёсткости воды.

Начиная с марта, жёсткость воды сохраняла относительно стабильную динамику вплоть до октября, изменяясь в пределах от 1,0 до 1,5 мг/л. В декабре, несмотря на проведение анализа на содержание кальция и магния, их концентрации не были обнаружены. Вероятно, это связано с влиянием низких температур, которые могли снизить растворимость кальция и магния в воде.

Концентрация нитритов демонстрировала тенденцию к постепенному увеличению с января (1,05 мг/л) по июль (1,3 мг/л), после чего с августа (1,15 мг/л) по октябрь наблюдалось её снижение. Максимальное значение концентрации нитритов было зафиксировано в ноябре и составило 1,5 мг/л. Вероятно, причиной такого увеличения стали атмосферные осадки, вызвавшие вымывание веществ из почвы и формирование поверхностного стока, что привело к поступлению дополнительных загрязняющих веществ в канал.

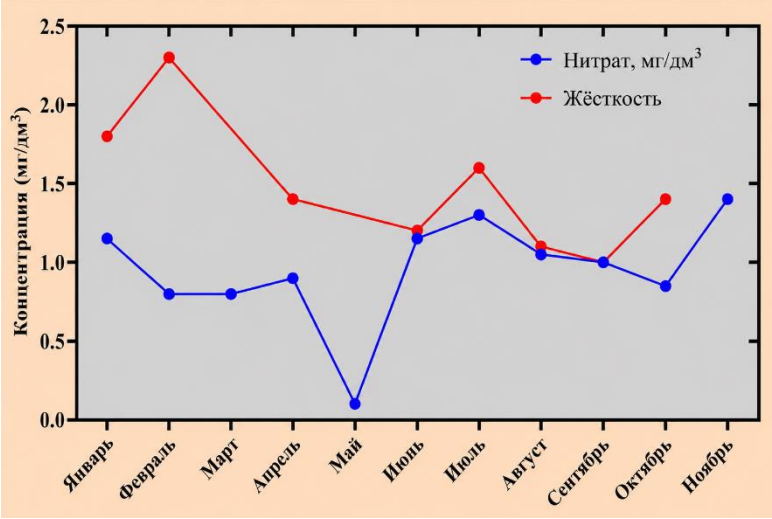


Рис. 2. Жёсткость воды и концентрация нитритов в канале Бозсу-Анхор-Ак-Тепа (выходной участок).

На выходном участке канала за пределами города Ташкента динамика жёсткости воды и концентрации нитритов в целом повторяла тенденции, наблюдаемые на входном участке, однако имелись некоторые различия (рисунок 2). В январе жёсткость воды составила 1,8 мг/л, что на 0,2 мг/л выше по сравнению с входным участком. В период с февраля по октябрь отмечались незначительные колебания показателя, включая резкое снижение в марте и мае. Тем не менее общая динамика жёсткости воды оставалась схожей с наблюдаемой на входном участке канала.

Что касается концентрации нитритов, были отмечены как периоды увеличения, так и снижения их содержания. Например, в январе концентрация нитритов на входном участке составляла 1,05 мг/л, тогда как на выходном участке она достигала 1,15 мг/л, что на 0,10 мг/л выше. Такое увеличение может быть связано с влиянием поверхностного стока и атмосферных осадков в пределах городской территории Ташкента. С февраля по июль концентрация нитритов постепенно возрастала, достигая 1,3 мг/л, после чего в сентябре наблюдалось снижение. Затем показатель вновь увеличился и достиг 1,4 мг/л на выходном участке канала. В целом жёсткость воды и концентрация нитритов в обеих точках наблюдения демонстрировали сходную динамику, отличаясь лишь в отдельные месяцы.

Заключение. В данной работе были исследованы экологические характеристики и сезонные изменения качества воды в одном из каналов города Ташкента на основе данных ежемесячного мониторинга. Полученные результаты показали, что концентрация нитритов (NO_2^-) на входном участке канала незначительно снижалась до марта. Однако в период с апреля по июль наблюдалось постепенное увеличение содержания нитритов, после чего с августа по октябрь отмечалось небольшое снижение, а максимальное значение было зарегистрировано в ноябре. На выходном участке канала была выявлена аналогичная динамика изменений.

В отличие от нитритов, показатель общей жёсткости воды (ОЖВ) оставался относительно высоким на протяжении всего года, а его максимальные значения были зафиксированы в феврале как на входном, так и на выходном участках канала.

Таким образом, изменения концентрации нитритов (NO_2^-) и общей жёсткости воды (ОЖВ), вероятно, обусловлены сезонными колебаниями температуры воздуха и количества атмосферных осадков, особенно в зимний и летний периоды. В связи с этим необходимо осуществлять постоянный контроль за количеством объектов и предприятий, осуществляющих сброс сточных вод в канал.

Следует отметить, что в рамках данного исследования были рассмотрены только два показателя качества воды, поэтому остаётся ряд нерешённых вопросов:

1. Каким образом климатические условия влияют на изменчивость жёсткости воды и концентрации нитритов?
2. Каковы основные источники поступления кальция, магния и нитритов в воду канала?
3. Насколько пригодна вода канала для питьевого, хозяйственного и других видов использования?

Получение ответов на данные вопросы позволит сформировать более полное представление о факторах, влияющих на качество воды, и будет способствовать разработке эффективных мер по её охране и рациональному использованию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ali G., Chaudhari M., Shah P., Shrivastav P. // Environmental Research and Technology. – 2024. – Vol. 7. – P. 637.

2. Frappart F. // Nature Geoscience. – 2013. – Vol. 6. – P. 17.

3. Sohail M.T., Manzoor Z., Ehsan M., Al-Ansari N., Khan M.B., Shafi A. et al. // Frontiers in Environmental Science. – 2023. – Vol. 11.

4. Azizullah A., Khattak M.N.K., Richter P., Häder D. // Environment International. – 2010. – Vol. 37. – P. 479.

5. Cunillera-Montcusí D., Beklioğlu M., Cañedo-Argüelles M., Jeppesen E., Ptacnik R., Amorim C.A. et al. // Trends in Ecology & Evolution. – 2022. – Vol. 37. – Pp. 440–453.

6. Karthe D., Chalov S., Borchardt D. // Environmental Earth Sciences. – 2014. – Vol. 73. – Pp. 487–499.

7. Liu Y., Wang P., Gojenko B., Yu J., Wei L., Luo D. et al. // Environmental Pollution. – 2021. – Vol. 291. – Art. 118209.

8. Kuzma S., Saccoccia L., Chertock M. Water Stress Rankings. – World Resources Institute, 2023. – URL: https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries (дата обращения: 21.05.2025).

9. Gapporov K., Kulmatov R., Opp C. // E3S Web of Conferences. – 2025. – Vol. 623. – Art. 01010.

10. United Nations. Uzbekistan. Our Work on the Sustainable Development Goals in Uzbekistan. – URL: https://uzbekistan.un.org/en/sdgs (дата обращения: 18.05.2025).

11. Mutalov S. // Engineering Proceedings. – 2024. – Vol. 67. – Art. 87.

12. Mirzaqobulov J., Mehta K., Ilyas S., Salokhiddinov A. // World. – 2024. – Vol. 6(1). – P. 1.

13. Kulmatov R., Taylakov A., Khasanov S. // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Vol. 28. – Pp. 12245–12255.

14. Национальный комитет по статистике Республики Узбекистан. Управление статистики города Ташкента. – URL: https://toshstat.uz/uz/ (дата обращения: 02.04.2025).

15. Brody M.S., Saidov D.N., Ilesaliev D.I., Rasikov R.S. // Hygiene and Sanitation. – 2025. – Vol. 104. – Pp. 13–16.

16. Архивные данные. – URL: https://daryo.uz/2014/03/21/toshkentdagi-bozsuv-anhor-kanali-boyida-bunyodkorlik-ishlari-olib-borilmoqda/ (через https://web.archive.org/, дата обращения: 18.05.2025).

УДК 597.551.2:591.5:591.134(575.1)

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И РОСТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАРИНКИ ИЗ РОДНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НУРАТА «ЧАШМА»

Д.Х.Норова, базовый докторант, Навоийский государственный университет, Навоий
М.Н.Ибодова, доц., Навоийский государственный университет, Навоий
С.М.Намозов, м.н.с., институт Зоологии АН РУз, Ташкент

Аннотация. *В статье приведена экологическая и биологическая характеристика локальной популяции маринки из системы родников Нурата «Чашма» в Навоийской области. Материалом послужили 30 экземпляров, собранных в 2025 г. Биотоп характеризуется*

питанием подземными водами, относительно стабильной температурой (+18–20°C), слабым течением, умеренным содержанием растворённого кислорода и пространственной ограниченностью. Связь длины и массы описывалась уравнением $W=0,1653\times TL^{2,0505}$ (r=0,97), что указывает на отрицательную аллометрическую тенденцию роста. Возраст проанализированных экземпляров составлял 3–5 лет, при этом наибольший прирост отмечен в первый год жизни. Предварительные репродуктивные данные свидетельствуют о наличии зрелых самок с развитой гонадой и сравнительно высокой относительной плодовитостью. Полученные результаты позволяют рассматривать популяцию Нурата «Чашма» как экологически своеобразную локальную группу, требующую дальнейшего мониторинга и комплексных молекулярно-генетических исследований.

Ключевые слова: *маринка, Нурата, Чашма, родниковая экосистема, аллометрия, рост, плодовитость.*

Annotatsiya. *Maqolada Navoiy viloyatida joylashgan Nurota "Chashma" buloqlar tizimidagi oddiy qorabaliq lokal populyatsiyasining ekologik va biologik xususiyatlari yoritilgan. Tadqiqot materiali 2025-yilda yig'ilgan 30 dona namunadan iborat. Biotop yer osti suvlari bilan to'yinishi, nisbatan barqaror harorat rejimi (+18–20°C), sust oqim, erigan kislorod miqdorining o'rtacha darajada bo'lishi va fazoviy jihatdan cheklanganligi bilan tavsiflanadi. Uzunlik–og'irlik munosabati $W=0,1653\times TL^{2,0505}$ (r=0,97) tenglama bilan ifodalanib, o'rganilgan tanlanmada salbiy allometrik o'sish tendensiyasini ko'rsatdi. Yosh tahlili uchun yaroqli namunalar 3–5 yosh guruhlariga mansub bo'lib, eng yuqori o'sish sur'ati hayotining birinchi yilida qayd etildi. Dastlabki reproduktiv ma'lumotlar gonadalari rivojlangan yetuk urg'ochilar mavjudligi va nisbatan yuqori serpushtlik ko'rsatkichlarini ko'rsatadi. Olingan natijalar Nurota "Chashma" populyatsiyasini keyingi monitoring va kompleks molekulyar-genetik tadqiqotlarni talab qiluvchi ekologik jihatdan o'ziga xos lokal guruh sifatida baholash imkonini beradi.*

Kalit so'zlar: *oddiy qorabaliq, Nurota, Chashma, buloq ekotizimi, allometriya, o'sish, serpushtlik, O'zbekiston.*

Abstract. *The article presents an ecological and biological characterization of a local snow trout population from the Nurata "Chashma" spring system in Navoi Region. The material consisted of 30 specimens collected in 2025. The biotope is characterized by groundwater supply, a relatively stable temperature regime (+18–20°C), weak water flow, moderate dissolved oxygen content, and pronounced spatial limitation. The length–weight relationship was described by the equation $W=0.1653\times TL^{2,0505}$ (r=0.97), indicating a negative allometric growth pattern in the studied sample. The specimens suitable for age analysis belonged to the 3–5-year age groups, with the highest growth increment recorded during the first year of life. Preliminary reproductive data indicate the presence of mature females with developed gonads and relatively high fecundity. The obtained results allow the Nurata "Chashma" population to be considered an ecologically specific local group requiring further monitoring and comprehensive molecular genetic studies.*

Key words: *snow trout, Nurata, Chashma, spring ecosystem, allometry, growth, fecundity.*

Введение. Горные и предгорные пресноводные экосистемы отличаются выраженной пространственной неоднородностью по скорости течения, составу субстрата, температурному режиму и обеспеченности кормовыми ресурсами. Эти экологические градиенты могут влиять на темп роста рыб, состояние тела, сроки созревания, плодовитость и общую устойчивость локальных популяций. Для видов, связанных с проточными водами, особенно важны гидродинамический режим, характер питания, сезонная термика и степень изоляции местообитаний (Никольский, 1974; Wootton, 1998).

Маринка относится к характерным представителям шизоторациновых карповых рыб горных и предгорных водоемов Центральной Азии. В классических ихтиологических источниках вид рассматривается как донная или придонная форма, связанная с реками, притоками, каналами, водохранилищами и отдельными родниковыми системами (Берг, 1949; Салихов и др., 2001). Современные филогеографические исследования рода *Schizothorax* показывают, что его эволюционная история связана с древними речными бассейнами,

фрагментацией дренажных систем, перехватом рек и длительной географической изоляцией (He, Chen, 2006; Regmi et al., 2023).

В Узбекистане маринка преимущественно приурочена к горным и предгорным водным системам. Однако локальные популяции обитают в разных экологических условиях: от открытых речных русел и каналов до пространственно ограниченных родниковых местообитаний. Одной из наиболее своеобразных локальных популяций является популяция, обитающая в системе Нурата «Чашма» в Навоийской области.

Система Нурата «Чашма» представляет собой комплекс родника, открытых бассейнов и отходящих от них арыков, питаемых подземными водами. Объект расположен в аридной зоне и характеризуется относительно стабильной температурой воды, слабым течением, пространственной ограниченностью, низкой прямой промысловой нагрузкой вследствие культурного статуса и ограниченной поверхностной гидрологической связью с крупными речными системами. Поэтому данная популяция представляет интерес для изучения локальных экологических и биологических особенностей маринки.

Цель настоящей статьи – оценить экологические условия, длино-массовые отношения, возрастную структуру, рост и предварительные репродуктивные показатели популяции маринки из системы родников Нурата «Чашма».

Материал и методы. Материал собран в 2025 г. в системе родников Нурата «Чашма», расположенной в городе Нурата Навоийской области Узбекистана. Система включает родниковые бассейны и связанные с ними арыки, питаемые подземными водами. Учитывая религиозно-исторический статус комплекса «Чашма», отбор материала проводился по согласованию с местными административными структурами.

В анализ включено 30 экземпляров маринки. Биотоп существенно отличается от открытых речных систем: температура воды составляла +18–20 °C, скорость течения – 0–0,18 м/с, содержание растворенного кислорода – 6,2–8,4 мг/л, pH – 7,4–8,2. Субстрат включал камень, бетон и илистые участки (табл. 1).

Таблица 1.

Экологическая характеристика системы Нурата «Чашма».

Показатель	Значение / характеристика
Температура воды, °C	+18–20, относительно стабильная
Скорость течения, м/с	0–0,18
Растворенный кислород, мг/л	6,2–8,4
pH	7,4–8,2
Субстрат	камень, бетон, ил
Поверхностная гидрологическая связь	ограниченная / пространственно локализованная система
Объем выборки	n = 30

Видовая идентификация проводилась по внешним диагностическим признакам с использованием региональных определителей и стандартных ихтиологических методик (Правдин, 1966; Салихов и др., 2001).

У каждого экземпляра измеряли общую длину тела (TL), стандартную длину тела (SL) и массу тела (W). Общую длину измеряли от переднего края рыла до конца хвостового плавника, стандартную длину – от переднего края рыла до основания хвостового плавника. Линейные промеры фиксировали с точностью до 0,1 см, массу тела – с точностью до 0,1 г. Возраст определяли по чешуе, взятой из стандартизированного участка выше боковой линии под областью переднего края спинного плавника. Регенерированную или поврежденную чешую исключали из анализа. Читаемая чешуя была получена у 25 экземпляров. Обратное вычисление роста проводили по методу Эйнара Леа в соответствии со стандартной ихтиологической методикой (Правдин, 1966).

Связь длины и массы описывали степенным уравнением $W = aL^b$, где W – масса тела, L – длина тела, a – константа уравнения, b – коэффициент аллометрии. Значение b ниже 3 рассматривали как показатель отрицательной аллометрической тенденции. Биологическая интерпретация проводилась осторожно, поскольку коэффициент b зависит от объема выборки,

возрастной и половой структуры, сезона, репродуктивного состояния и кормовых условий (Ricker, 1973; Froese, 2006).

Для характеристики общего состояния и репродуктивного статуса использовали предварительные показатели массы самок, массы гонад, коэффициента зрелости, абсолютной и относительной плодовитости. Эти данные рассматриваются как предварительная характеристика репродуктивного состояния весенней выборки, а не как полный сезонный анализ репродуктивной биологии.

Описательная статистика включала минимум, максимум, среднее значение с ошибкой среднего (M ± m) и коэффициент корреляции r для регрессионных зависимостей.

Результаты. Система Нурата «Чашма» является комплексом, питаемым подземными водами и включающим открытые бассейны и арыки. В отличие от открытых рек, данный биотоп пространственно ограничен, характеризуется слабым течением и относительно стабильным температурным режимом. Прямая промысловая нагрузка на популяцию крайне низкая, так как обитающие в комплексе рыбы традиционно охраняются местным населением.

Сочетание стабильного термического режима, слабого течения, ограниченного пространства и низкой промысловой нагрузки отличает Нуратинскую популяцию от популяций открытых речных русел и антропогенно трансформированных каналов. Эти условия могут влиять на темп роста, возрастную структуру, репродуктивные показатели и общую устойчивость локальной популяции.

Длина тела, масса и аллометрия. Масса тела была тесно связана с общей длиной: $W = 0{,}1653 \times TL^{2{,}0505}$ ($r = 0{,}97$). Поскольку коэффициент аллометрии был ниже 3, в выборке отмечена отрицательная аллометрическая тенденция роста. Аналогичная закономерность установлена для массы тела без внутренних органов: $W_1 = 0{,}159 \times TL^{2{,}0051}$ ($r = 0{,}97$). При использовании стандартной длины получены уравнения $W = 0{,}344 \times SL^{1{,}9142}$ ($r = 0{,}97$) и $W_1 = 0{,}3257 \times SL^{1{,}8722}$ ($r = 0{,}97$). Связь общей массы и массы тела без внутренних органов описывалась уравнением $W_1 = 0{,}8439 \times W - 1{,}4253$ ($r = 0{,}996$) (табл. 2).

Таблица 2.

Связи длины и массы у маринки из системы Нурата «Чашма».

Связь	Уравнение регрессии	r	Примечание
W и TL	$W = 0{,}1653 \times TL^{2{,}0505}$	0,97	отрицательная аллометрия
W_1 и TL	$W_1 = 0{,}159 \times TL^{2{,}0051}$	0,97	масса без внутренних органов
W и SL	$W = 0{,}344 \times SL^{1{,}9142}$	0,97	отрицательная аллометрия
W_1 и SL	$W_1 = 0{,}3257 \times SL^{1{,}8722}$	0,97	масса без внутренних органов
W_1 и W	$W_1 = 0{,}8439 \times W - 1{,}4253$	0,996	линейная связь

Отрицательный аллометрический характер роста показывает, что масса тела увеличивалась медленнее, чем ожидалось бы при изометрической модели. Это может быть связано с емкостью местообитания, обеспеченностью кормовыми ресурсами, плотностью популяции, возрастной структурой выборки или репродуктивным состоянием. Без независимых данных по питанию, плотности и кормовой базе данный показатель не следует рассматривать как прямое доказательство дефицита пищи.

Возраст и рост. Чешуя, пригодная для возрастного анализа, получена у 25 экземпляров. В выборке были представлены возрастные группы 3–5 лет. Средняя стандартная длина увеличивалась от 16,6 см у трехлетних рыб до 26,0 см у пятилетних. Обратные вычисления показали наиболее высокий прирост в первый год жизни, после чего годовые приросты снижались (табл. 3–4).

Таблица 3.

Эмпирический рост маринки из системы Нурата «Чашма».

Возраст, лет	SL min, см	SL max, см	Средняя SL, см	n
3	15,8	16,8	16,6	9
4	19,2	21,2	20,9	8
5	25,8	26,3	26,0	8

Возрастная структура пригодной для анализа выборки была сравнительно узкой. Это может быть связано с селективностью орудий лова, локальной структурой популяции или пространственной ограниченностью родникового комплекса. Поэтому полученные данные

характеризуют изученную весеннюю выборку и нуждаются в уточнении на основе сезонных и многолетних наблюдений.

Таблица 4.

Обратно вычисленная стандартная длина (см) маринки из Нураты.

Возрастная группа	SL_1	SL_2	SL_3	SL_4	SL_5	n
3	7,0	12,7	16,4	–	–	9
4	6,8	11,9	16,6	20,5	–	8
5	6,7	11,9	16,2	20,7	25,5	8
Среднее	6,8	12,1	16,4	20,6	25,5	–
Годовой прирост	6,8	5,3	4,3	4,2	4,9	–

Предварительные репродуктивные показатели. Сравнительные данные по зрелым самкам показывают, что выборка из Нураты характеризовалась развитыми гонадами и сравнительно высокими значениями относительной плодовитости (табл. 5).

Таблица 5.

Предварительные репродуктивные показатели популяции Нурата «Чашма».

Показатель	Значение (M ± m / отношение)
SL самок	198,7 ± 7,4 мм
Масса тела самок	96,4 ± 6,8 г
Масса гонад	8,12 ± 0,64 г
Коэффициент зрелости	8,42 ± 0,51%
Абсолютная плодовитость	5046 ± 387 икринок
Относительная плодовитость	52,3 ± 3,8 икринок/г W
Соотношение полов (самки:самцы)	1:0,73

Примечание: значения количественных показателей приведены как M ± m, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; соотношение полов приведено как отношение самок к самцам.

Предварительные значения свидетельствуют о том, что к моменту весеннего отбора часть особей находилась в состоянии выраженной репродуктивной готовности. Для строгого описания сезонного цикла размножения необходимы дополнительные выборки в разные месяцы, а также учет размеров ооцитов и гонадосоматического индекса по полу и возрасту.

Обсуждение. Популяция маринки из Нурата «Чашма» экологически выделяется тем, что обитает не в типичной открытой горной реке, а в родниковой пространственно ограниченной системе. Биотоп сочетает питание подземными водами, слабое течение, относительно стабильную температуру и культурно обусловленное снижение прямой промысловой нагрузки. Эти условия могут отражаться на росте, репродуктивном состоянии и структуре локальной популяции.

Отрицательная аллометрическая зависимость в Нуратинской выборке указывает на то, что масса тела увеличивалась медленнее, чем длина. Такая закономерность может отражать емкость местообитания, доступность кормовых ресурсов, плотностные эффекты или возрастно-половую структуру выборки. Вместе с тем коэффициент аллометрии сам по себе не позволяет выявить причинный механизм. Для более строгой экологической интерпретации необходимы данные по питанию, бентосной кормовой базе, плотности популяции и сезонной кондиции рыб.

Возрастная структура пригодной для анализа выборки охватывала группы 3–5 лет. Обратное вычисление длины указывает на быстрый ранний рост с последующим снижением годовых приростов, что в целом характерно для многи?х карповых рыб. Однако отсутствие младших возрастных групп в проанализированной выборке может быть связано не с реальной демографической структурой популяции, а с селективностью орудий лова и особенностями отбора материала.

Предварительные репродуктивные показатели показывают наличие зрелых самок и развитых гонад в весенней выборке. Это указывает на способность популяции поддерживать репродуктивный цикл в условиях родникового комплекса. Вместе с тем единичная сезонная выборка не позволяет полностью описать сроки нереста, динамику созревания гонад и реальную эффективность воспроизводства.

Ключевой нерешенной проблемой остается происхождение популяции Нурата «Чашма». Современная поверхностная гидрографическая ситуация указывает на высокую степень

изоляции, однако этого недостаточно для признания популяции реликтовой или генетически самостоятельной. Возможны разные объяснения: сохранение от древних гидрологических связей, исторический антропогенный перенос или неучтенная гидрогеологическая связь. Данный вопрос может быть решен только путем молекулярно-генетического сравнения с близлежащими популяциями *Schizothorax* и гидрогеологической либо палеогидрологической реконструкции Нуратинского района.

Выводы. Проведенное исследование показало, что популяция маринки из родниковой системы Нурата «Чашма» представляет собой экологически своеобразную локальную группу, обитающую в условиях питания подземными водами, относительно стабильного температурного режима, слабого течения, умеренного содержания растворенного кислорода, слабощелочной реакции воды и выраженной пространственной ограниченности местообитания. В исследованной выборке связь длины и массы характеризовалась отрицательной аллометрической тенденцией ($W = 0{,}1653 \times TL^{2{,}0505}$; $r = 0{,}97$), что указывает на более медленное увеличение массы по сравнению с длиной. Экземпляры, пригодные для возрастного анализа, относились к 3–5-летним группам; средняя стандартная длина увеличивалась от 16,6 до 26,0 см, а обратное вычисление показало максимальный прирост в первый год жизни. Предварительные репродуктивные показатели свидетельствуют о наличии зрелых самок с развитой гонадой и сравнительно высокой относительной плодовитостью. Полученные данные позволяют рассматривать Нуратинскую популяцию как экологически специфическую локальную группу, однако ее возможное реликтовое происхождение или генетическая самостоятельность не могут быть обоснованы только экологическими и биологическими данными и требуют дополнительных молекулярно-генетических и гидрогеологических исследований.

Финансирование. Данная научно-исследовательская работа выполнена в рамках научно-исследовательской программы Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан на 2025-2029 годы «1.2. Создание цифровой информационной системы животного мира Бухарской и Навоийской областей», финансируемой за счет средств государственного бюджета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – С. 466–925.

2. Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 367 с.

3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

4. Салихов Т.В., Камилов Б.Г., Атаджанов А.К. Рыбы Узбекистана: определитель. – Ташкент: Chinor ENK, 2001. – 152 с.

5. Froese R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations // Journal of Applied Ichthyology. – 2006. – Vol. 22, No. 4. – P. 241–253. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.

6. He D., Chen Y. Biogeography and molecular phylogeny of the genus *Schizothorax* (Teleostei: Cyprinidae) in China inferred from cytochrome b sequences // Journal of Biogeography. – 2006. – Vol. 33, No. 8. – P. 1448–1460. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2006.01510.x.

7. Regmi B., Douglas M.R., Wangchuk K., Zbinden Z.D., Edds D.R., Tshering S., Douglas M.E. The Himalayan uplift and evolution of aquatic biodiversity across Asia: Snowtrout (Cyprininae: *Schizothorax*) as a test case // PLoS ONE. – 2023. – Vol. 18, No. 10. – e0289736. DOI: 10.1371/journal.pone.0289736.

8. Ricker W.E. Linear regressions in fishery research // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. – 1973. – Vol. 30, No. 3. – P. 409–434. DOI: 10.1139/f73-072.

9. Shodiev S.R., Khozhamuratova R.T., Bafoeva Sh. Springs, some springs of Uzbekistan and their geographical features // World of Scientific News. – 2021. – Vol. 2, Issue 12. – P. 424–433.

10. Wootton R.J. Ecology of Teleost Fishes. 2nd ed. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. – 386 p.

УДК 581.9.633.81.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *STRIGOSELLA GRANDIFLORA* (BUNGE) BOTSCH. В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КЫЗЫЛКУМА

У.Ш.Саитжанова, PhD, Институт ботаники АН РУз, Ташкент
В.К.Шарипова, PhD, Институт ботаники АН РУз, Ташкент
Ш.Ш.Киличев, м.н.с., Институт ботаники АН РУз, Ташкент
Д.Э.Турдиев, м.н.с., Институт ботаники АН РУз, Ташкент
Д.У.Бозорова, м.н.с., Институт ботаники АН РУз, Ташкент

Аннотация. *Мақолада Марказий Қизилқумда Strigosella grandiflora (Bunge) Botsch. нинг икки ценопопуляциясида морфологик ўзгарувчанлик таҳлил қилинган. Тадқиқотлар табиий гипсли чўл тупроқларида ва Қизилқум фосфорит заводининг рекультивация қилинган ағдарма ерларида олиб борилди. Ўсимлик баландлиги, ён новдалар сони, барг ўлчамлари ва генератив тузилмалар сони баҳоланди. Барг белгилари энг ўзгарувчан кўрсаткичлар бўлиб, техноген субстратларда ўсимликлар кўпроқ ён новдалар ва генератив тузилмалар ҳосил қилди. Бу S. grandiflora нинг арид ва антропоген ўзгарган муҳитларга адаптив пластиклигини кўрсатади.*

Калит сўзлар*: Strigosella grandiflora, ценопопуляция, морфологик ўзгарувчанлик, Қизилқум, техноген субстрат.*

Аннотация. *В статье изучена морфологическая изменчивость Strigosella grandiflora (Bunge) Botsch. в двух ценопопуляциях Центрального Кызылкума. Исследования проведены на светло-серобурых гипсоносных пустынных почвах и рекультивированных отвальных землях Кызылкумского фосфоритного завода. Оценены высота растений, число боковых побегов, размеры листовой пластинки и число генеративных структур. Наибольшей изменчивостью характеризовались листовые признаки, особенно ширина листа с CVср. 26,43 %. Полученные данные свидетельствуют о высокой морфологической пластичности S. grandiflora в аридных и техногенно трансформированных местообитаниях.*

Ключевые слова*: Strigosella grandiflora, Brassicaceae, морфологическая изменчивость, ценопопуляция, Центральный Кызылкум, техногенные земли.*

Abstract. *The article examines the morphological variability of Strigosella grandiflora (Bunge) Botsch. in two coenopopulations of the Central Kyzylkum. The study was conducted on light gray-brown gypsiferous desert soils and reclaimed dump lands of the Kyzylkum phosphorite plant. Plant height, number of lateral shoots, leaf size, and number of generative structures were analyzed. Leaf traits, especially leaf width with an average CV of 26.43%, showed the highest variability. The results indicate high morphological plasticity of S. grandiflora under arid and technogenically transformed habitat conditions.*

Key words: *Strigosella grandiflora, Brassicaceae, morphological variability, coenopopulation, Central Kyzylkum, technogenic lands.*

В аридных районах Центральной Азии особое значение имеет изучение видов, способных существовать на засолённых, гипсоносных, щебнистых и техногенно трансформированных субстратах. Такие растения представляют интерес не только с точки зрения флористики и популяционной экологии, но и как индикаторы адаптации растительного покрова к экстремальным условиям среды [1–3].

Одним из таких видов является *Strigosella grandiflora* (Bunge) Botsch. — однолетнее эфемерное растение семейства Brassicaceae. Вид встречается преимущественно в аридных и семиаридных районах Западной и Центральной Азии и произрастает на песчаных, супесчаных, глинистых, щебнистых и гипсоносных субстратах, а также на участках с различной степенью засоления. В условиях Кызылкума вид отмечается в составе эфемерной растительности серо-бурых гипсоносных почв, такыров, солончаков, песчаных и супесчаных участков. Его произрастание при низком количестве атмосферных осадков, высокой инсоляции и значительных суточных колебаниях температуры свидетельствует о приспособленности к аридным условиям [1–3].

Способность *S. grandiflora* развиваться на нарушенных и засолённых субстратах позволяет рассматривать его как вид, перспективный для оценки процессов естественного зарастания деградированных земель [2, 3]. При этом морфологическая изменчивость вида в разных типах местообитаний, особенно на техногенно трансформированных субстратах, изучена недостаточно.

Целью исследования является сравнительная оценка морфологической изменчивости *Strigosella grandiflora* в двух ценопопуляциях Центрального Кызылкума, различающихся почвенными условиями и характером антропогенного воздействия.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в двух ценопопуляциях *Strigosella grandiflora* (Bunge) Botsch. в условиях Центрального Кызылкума. Ценопопуляции различались по высоте местности, типу субстрата, общему проективному покрытию и степени антропогенной трансформации местообитаний.

ЦП-1 расположена на высоте 581 м над уровнем моря вдоль автомобильной дороги на участке между Даугызтау и Зарафшаном. Растения произрастали на светло-серобурых гипсоносных пустынных почвах, местами маломощных и щебнистых, при разреженном растительном покрове. Участок испытывает влияние транспортной нагрузки, запыления и периодического механического нарушения поверхности почвы.

ЦП-2 выявлена на высоте 305 м над уровнем моря на рекультивированных отвальных землях Кызылкумского фосфоритного завода. Почвенный покров представлен слаборазвитыми техногенными почвогрунтами, сформированными на карбонатно-гипсоносных щебнисто-глинистых отвальных породах. Местообитание характеризуется неоднородностью субстрата, низким содержанием органического вещества, слабой сформированностью почвенного профиля и фрагментарным растительным покровом.



Рис. 1. Ценопопуляция *Strigosella grandiflora* в условиях Центрального Кызылкума.

Для характеристики морфологической изменчивости были изучены по 10 генеративных особей из каждой ценопопуляции. В анализ включены следующие биометрические показатели: высота растения, число боковых побегов, длина листовой пластинки, ширина листовой пластинки и число генеративных структур. Под генеративными структурами учитывались цветки и плоды, отражающие репродуктивный потенциал особей.

Статистическая обработка включала расчёт среднего значения признака (X), ошибки среднего (Sx), коэффициента вариации (CV, %) и индекса фитоценотической пластичности (Ip). Уровни изменчивости оценивались следующим образом: до 7 % — очень низкий, 7–12 % — низкий, 13–20 % — средний, 21–40 % — высокий.

Результаты и обсуждения. Сравнительный анализ морфометрических показателей показал, что ценопопуляции *Strigosella grandiflora* различаются по характеру морфологического развития. Наиболее устойчивым признаком являлась высота растений: коэффициент вариации составил 6,94 % в ЦП-1 и 7,10 % в ЦП-2, при среднем значении CV 7,02 %. Это указывает на относительную стабильность данного показателя и его слабую зависимость от локальных условий местообитаний.

Наиболее выраженные межпопуляционные различия выявлены по размерам листовой пластинки. Средняя длина листа в ЦП-1 составляла 38,00±3,27 мм, тогда как в ЦП-2 — 26,00±1,15 мм, то есть была меньше на 31,6 %. Ширина листа также снижалась с 4,80±0,33 мм в ЦП-1 до 3,70±0,37 мм в ЦП-2. Уменьшение размеров листовой пластинки у растений второй ценопопуляции может рассматриваться как адаптивная реакция, направленная на сокращение испаряющей поверхности в условиях недостаточного увлажнения, высокой инсоляции и нагревания техногенного субстрата [1, 3, 4].

В отличие от листовых признаков, показатели ветвления и генеративного развития были выше в ЦП-2. Среднее число боковых побегов увеличивалось с 4,80±0,33 до 5,80±0,33 шт., а число генеративных структур — с 53,50±2,35 до 62,30±2,06 шт. Растения на рекультивированных отвальных землях при меньших размерах листьев формировали больше боковых побегов и генеративных органов, что может свидетельствовать о перераспределении ресурсов в сторону репродуктивной функции.

Таблица 1.

Коэффициент изменчивости морфологических признаков и фитоценотическая пластичность *Strigosella grandiflora*.

Биометрические показатели	ЦП-1 X±Sx	CV, %	ЦП-2 X±Sx	CV, %	CVср., %	Ip
Высота растения, см	25,60±0,56	6,94	27,20±0,61	7,10	7,02	0,06
Число боковых побегов, шт.	4,80±0,33	21,52	5,80±0,33	17,81	19,66	0,17
Длина листа, мм	38,00±3,27	27,18	26,00±1,15	14,04	20,61	0,32
Ширина листа, мм	4,80±0,33	21,52	3,70±0,37	31,34	26,43	0,23
Число генеративных структур, шт.	53,50±2,35	13,91	62,30±2,06	10,46	12,18	0,14

Примечание: X±Sx — среднее значение и ошибка среднего; CV — коэффициент вариации; Ip — индекс фитоценотической пластичности. Уровни изменчивости: до 7 % — очень низкий; 7–12 % — низкий; 13–20 % — средний; 21–40 % — высокий.

Полученные данные показывают, что наиболее динамичными компонентами морфологической структуры *S. grandiflora* являются листовые признаки. Максимальная фитоценотическая пластичность отмечена по длине листа (Ip = 0,32) и ширине листа (Ip = 0,23), тогда как высота растений характеризовалась минимальным значением Ip = 0,06. Следовательно, листовые параметры наиболее чувствительно реагируют на различия условий среды, а высота растения остаётся относительно консервативным признаком.

Особенности растений ЦП-2, вероятно, связаны с условиями рекультивированных отвальных земель Кызылкумского фосфоритного комплекса, где субстрат отличается неоднородным механическим составом, слабой сформированностью почвенного профиля и нестабильным водным режимом. В таких условиях уменьшение листовой поверхности может снижать расход воды, тогда как открытость местообитания и ослабленная конкуренция способствуют усилению ветвления и образованию генеративных структур. Выявленные

изменения отражают не только влияние стрессовых условий, но и адаптивную стратегию однолетнего эфемера, направленную на быстрое завершение жизненного цикла и поддержание репродуктивного потенциала.

В заключение следует подчеркнуть, морфологическая структура *Strigosella grandiflora* существенно зависит от локальных условий произрастания. Растения ЦП-1 характеризовались более крупными листьями, тогда как в ЦП-2 формировались несколько более высокие, сильнее разветвлённые особи с повышенным числом генеративных структур. Наибольшую экологическую чувствительность проявляли длина и ширина листовой пластинки, а наиболее устойчивым признаком являлась высота растения. Сочетание морфологической пластичности вегетативных органов и относительной устойчивости репродуктивных показателей способствует успешному существованию вида как в естественных, так и в антропогенно-трансформированных местообитаниях Центрального Кызылкума.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Tursinbaeva G.S. Structural Features of the Leaf of Ephemeral Species of Representatives of the Brassicaceae Burnett Family in Southwestern Kyzylkum (Uzbekistan) // American Journal of Plant Sciences. 2019. Vol. 10. P. 1631–1648. DOI: 10.4236/ajps.2019.109116.

2. Al-Oudat M., Qadir M. The Halophytic Flora of Syria. Aleppo: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, 2011.

3. Tursinbayeva G., [и др.]. Leaf structure of species of the Brassicaceae Burnett family in Southwestern Kyzylkum, Uzbekistan // Caspian Journal of Environmental Sciences. 2024. Vol. 22, No. 2. P. 459–475. DOI: 10.22124/CJES.2024.7739.

4. Metcalfe C.R., Chalk L. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford: Clarendon Press, 1957.

УДК 615.03:616.36:57.085.23

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ И НУТРИЦЕВТИКИ С ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР

М.К.Салахутдинова, м.н.с., Институт Биоорганической химии, Ташкент
З.С.Хашимова, д.б.н., ведущий научный сотрудник, Институт Биоорганической химии, Ташкент
К.А.Кахорова, PhD, с.н.с., Институт Биоорганической химии, Ташкент
Ш.И.Салихов, академик, Институт Биоорганической химии, Ташкент

Аннотация. *В данной статье представлен систематический обзор гепатопротекторных средств, применяемых в современной клинической практике. Рассмотрены препараты фармацевтического класса (силимарин, бициклол, адеметионин, урсодезоксихолевая кислота, эссенциальные фосфолипиды) и биологически активные добавки (экстракт артишока, куркумин, ресвератрол, бетаин, таурин, берберин, цинк). Для каждой группы описаны коммерческие названия, действующие вещества, молекулярные механизмы действия, а также результаты исследований in vitro (перевиваемые линии гепатоцитов HepG2 и Gep23) на моделях токсического, алкогольного и лекарственного гепатита. Показано, что наиболее изученными препаратами с наибольшей доказательной базой являются силимарин, адеметионин и урсодезоксихолевая кислота. Перспективными нутрицевтиками с развивающейся доказательной базой служат куркумин, берберин и ресвератрол.*

Ключевые слова: *гепатопротекторы, силимарин, адеметионин, урсодезоксихолевая кислота, эссенциальные фосфолипиды, куркумин, берберин, HepG2, Gep23.*

Annotatsiya. *Ushbu maqolada zamonaviy klinik amaliyotda qo'llaniladigan gepatoprotektor vositalarning tizimli sharhi taqdim etilgan. Farmatsevtik sinfga mansub preparatlar (silimarin, bitsiklol, ademetionin, ursodezoksixolat kislotasi, essensial fosfolipidlar) va biologik faol qo'shimchalar (artishok ekstrakti, kurkumin, resveratrol, betain, taurin, berberin, rux) ko'rib chiqilgan. Har bir guruh uchun tijorat nomlari, ta'sir etuvchi moddalar, molekulyar ta'sir mexanizmlari, shuningdek, toksik, alkogolli va dori ta'sirida yuzaga kelgan gepatitlari modellarida in vitro (gepatotsitlarning ko'chirib o'tkaziladigan HepG2 va Gep23 liniyalari)sharoitidagi tadqiqot natijalari tavsiflangan. Eng ko'p o'rganilgan va eng katta daliliy bazaga ega preparatlar silimarin,*

ademetionin va ursodezoksixolat kislotasi ekanligi ko'rsatilgan. Kurkumin, berberin va resveratrol esa kelajakda rivojlanib borayotgan dalilіy bazaga ega istiqbolli nutrsevtiklar hisoblanadi.

Kalit so'zlar: *gepatoprotektorlar, silimarin, ademetionin, ursodezoksixolat kislotasi, essensial fosfolipidlar, kurkumin, berberin, HepG2, Gep23.*

Abstract. *This article presents a systematic review of hepatoprotective agents used in current clinical practice. Pharmaceutical-class drugs (silymarin, bicyclol, ademetionine, ursodeoxycholic acid, essential phospholipids) and biologically active supplements (artichoke extract, curcumin, resveratrol, betaine, taurine, berberine, zinc) are examined. For each group, trade names, active substances, molecular mechanisms of action, and findings from in vitro studies (HepG2 and Gep23 hepatocyte cell lines) on models of toxic, alcoholic, and drug-induced hepatitis are described. Silymarin, ademetionine, and ursodeoxycholic acid are shown to be the most extensively studied agents with the strongest evidence base. Curcumin, berberine, and resveratrol are identified as promising nutraceuticals with an emerging evidence base.*

Key words: *hepatoprotectors, silymarin, ademetionine, ursodeoxycholic acid, essential phospholipids, curcumin, berberine, HepG2, Gep23.*

Введение. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), хроническими заболеваниями печени страдают более 1,5 млрд человек во всём мире, а ежегодная смертность, связанная с данной группой патологий, достигает около 2 млн случаев [1]. Наиболее распространены неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП), вирусные гепатиты В и С, цирроз и гепатоцеллюлярная карцинома. НАЖБП тесно связана с метаболическим синдромом: 91% больных имеют избыточный вес, у 55% выявляется нарушение регуляции глюкозы [2]. Повреждение гепатоцитов вызывают аутоиммунные процессы, вирусы, токсические вещества (CCl_4, этанол) и лекарства (парацетамол, противотуберкулёзные, цитостатические средства) [3].

Разработка эффективных гепатопротекторов остается одной из наиболее приоритетных задач современной фармакологии и токсикологии, что обусловлено неуклонным ростом заболеваемости печени во всем мире. Печень, будучи центральным органом метаболической трансформации ксенобиотиков, подвергается постоянному воздействию эндогенных и экзогенных токсинов, лекарственных препаратов и метаболитов алкоголя. Традиционные подходы к оценке гепатопротекторного действия претерпевают значительную трансформацию, переходя от описательных методов к глубокому анализу молекулярных механизмов на различных уровнях биологической организации.

Целью данной работы является систематизация и сравнительный анализ гепатопротекторных препаратов и нутрицевтиков, их механизмов действия и результатов доклинических исследований, опубликованных преимущественно за последние 10–15 лет.

Материалы и методы. Мы провели поиск литературы в базах данных PubMed и Scopus за период с 2010 по 2026 год с целью выявления соответствующих исследований по изучению гепатопротекторных средств, применяемых в современной клинической практике; при необходимости привлекались более ранние работы, имеющие методологическое значение.

Результаты и обсуждение. В соответствии с химической природой действующих веществ и механизмами действия, рассматриваемые в данной работе гепатопротекторы могут быть разделены на несколько основных групп:

- Лекарственные препараты фармацевтического класса: силимарин и экстракт артишока (фитопрепараты и флавоноидные комплексы), бициклол (синтетическое соединение), урсодезоксихолевая кислота (УДХК, препарат желчных кислот), адеметионин (SAMe, метаболический корректор), эссенциальные фосфолипиды;
- Биологически активные добавки и нутрицевтики с потенциальной гепатопротекторной активностью: куркумин, ресвератрол, берберин, таурин и цинк, а также бетаин (метаболический корректор);
- Комбинированные фитопрепараты: Гепатрин и другие многокомпонентные растительные комплексы [4].

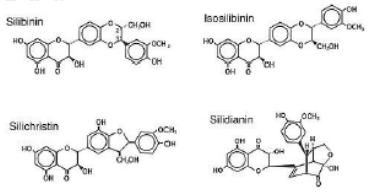
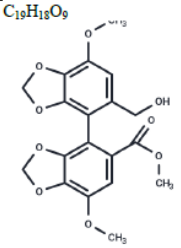
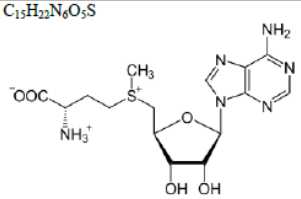
Гепатопротекторы представляют собой разнородную группу лекарственных средств и биологически активных добавок, объединённых общей способностью повышать устойчивость гепатоцитов к повреждающим факторам, способствовать восстановлению структуры и функций печени, а также поддерживать её метаболическую активность. В отличие от многих других фармакологических классов, данная группа не имеет единого механизма действия и включает вещества различного происхождения и химической структуры. Несмотря на широкое применение гепатопротекторов в клинической практике, их общепринятая классификация до настоящего времени отсутствует, что отражает многообразие подходов к систематизации данной группы средств [4, 5].

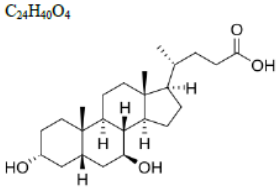
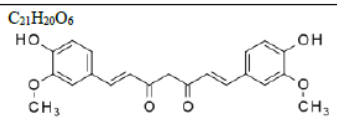
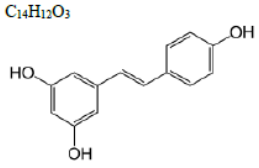
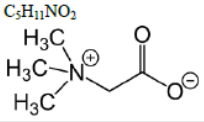
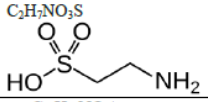
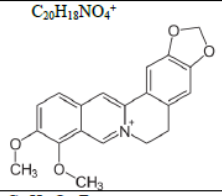
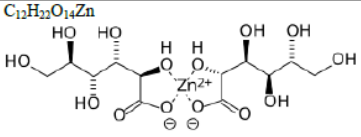
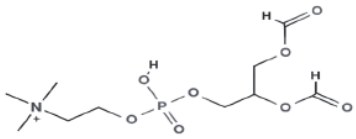
Сводная характеристика рассматриваемых препаратов, включая их происхождение, предполагаемые механизмы действия и основные области применения, представлена в таблице 1.

Анализ механизмов действия рассматриваемых гепатопротекторов позволяет выделить несколько ключевых направлений реализации гепатопротекторного эффекта. Наиболее универсальным механизмом является антиоксидантная защита, характерная для силимарина [6], куркумина, ресвератрола, экстракта артишока, берберина и таурина [7]. В основе данного эффекта лежат два основных процесса: активация Nrf2-зависимого сигнального пути с последующей индукцией экспрессии антиоксидантных генов и непосредственное связывание активных форм кислорода (АФК) [7-8].

Таблица 1.

Сводная характеристика гепатопротекторных средств

№	Название	Действующее вещество	Структура	Механизм действия	Исследования *in vitro*
1	Силимарин	Комплекс флавонолигнанов (силибинин, силидианин, силикристин)	$C_{22}H_{22}O_{10}$ 	Антиоксидант; стабилизация мембран; стимуляция синтеза GSH; активация РНК-полимеразы I	HepG2: защита от парацетамола, пальмитата, снижение ROS, апоптоза [6, 8, 11, 12]
2	Бициклол	Бициклол	$C_{19}H_{18}O_9$ 	Индукция HSP27/70; активация Nrf2/p62; антиапоптотический, противовирусный	HepG2: защита от D-галактозамина, аутофагия, HSF1-зависимый эффект [13, 14]
3	Адеметионин (SAMe)	S-аденозил-L-метионин	$C_{15}H_{22}N_6O_5S$ 	Донор метильных групп; усиление транссульфурации; повышение GSH; защита митохондрий	HepG2 и первичные гепатоциты: снижение MDA, восстановление GSH, защита от этанола и CYP2E1 [15]

4	Урсодезоксихолевая кислота (УДХК)	Урсодезоксихолевая кислота	$C_{24}H_{40}O_4$ 	Цитопротекция; антиапоптотический эффект; иммуномодуляция	HepG2 / Huh7: регуляция генов окислительного стресса, NF-κB, MAPK [16]
БАДы					
5	Гепатрин	Силимарин артишок фосфолипиды витамины	Комплекс (комбинированная структура)	Суммарный мембранопротекторный и желчегонный эффект [3]	-
6	Экстракт артишока	Цинарин, хлорогеновая кислота, лютеолин	$C_{25}H_{24}O_{12}$	Антиоксидантный; гиполипидемический	HepG2: защита от этанола и FFA [17]
7	Куркумин	Куркумин, деметоксикуркумин	$C_{21}H_{20}O_6$ 	Ингибирование NF-κB; активация аутофагии	HepG2: защита от tBHP, пальмитата (NAFLD) [2, 18]
8	Ресвератрол	транс-3,5,4'-тригидроксистильбен	$C_{14}H_{12}O_3$ 	Активация SIRT1/AMPK; митофагия	HepG2: снижение ER-стресса и апоптоза [19, 20]
9	Бетаин	Триметилглицин	$C_5H_{11}NO_2$ 	Донор метильных групп для превращения гомоцистеина в метионин.	HepG2: подавление CYP2E1 и ROS [21, 22, 23]
10	Таурин	2-аминоэтансульфоновая кислота	$C_2H_7NO_3S$ 	Осморегуляция; стабилизация митохондрий	HepG2: снижение каспазы-3, митохондриального стресса [24, 25]
11	Берберин	Берберин (четвертичный аммонийный алкалоид)	$C_{20}H_{18}NO_4^+$ 	Nrf2-зависимая антиоксидантная защита; COX-2, iNOS	HepG2: берберин снижает липогенез и ROS при пальмитат-индуцированном стеатозе [7, 34]
12	Цинк	Zn^{2+}	$C_{12}H_{22}O_{14}Zn$ 	Кофактор антиоксидантных ферментов [35]	-
13	Эссенциальные фосфолипиды	Фосфатидилхолин (основной компонент)	$C_{10}H_{21}NO_8P$ + 	Мембранопротекторный; антифибротический	Повышают активность мембранного транспорта и снижают темп апоптоза при токсическом стрессе [9]

Важным компонентом цитопротекторного действия является поддержание внутриклеточного уровня, восстановленного глутатиона (GSH). Наиболее выраженное влияние на данный показатель оказывают силимарин и адеметионин (SAMe) [6, 15], при этом последний служит предшественником для синтеза глутатиона через реакции транссульфурационного пути.

Мембранопротекторное действие реализуется посредством нескольких механизмов. Эссенциальные фосфолипиды способствуют восстановлению структуры клеточных мембран за счёт встраивания фосфатидилхолина в повреждённый липидный бислой [9]. УДХК изменяет состав и физико-химические свойства желчи, снижая содержание токсичных гидрофобных желчных кислот [10]. Силимарин дополнительно проявляет мембраностабилизирующие свойства, ограничивая проникновение ряда токсических соединений в гепатоциты [6, 12].

Антиапоптотическое действие также является важным компонентом гепатопротекции, однако реализуется через различные молекулярные мишени. Бициклол индуцирует

экспрессию молекулярных шаперонов HSP27 и HSP70, а также фактора теплового шока HSF1, способствуя повышению устойчивости клеток к повреждению [13]. УДХК предотвращает митохондриальную дисфункцию и стабилизирует митохондриальные мембраны, тогда как эссенциальные фосфолипиды косвенно снижают интенсивность апоптотических процессов за счёт восстановления структурной целостности клеточных мембран [10].

С позиций доказательной медицины рассматриваемые препараты существенно различаются по объёму и качеству клинических данных. Наиболее убедительная доказательная база накоплена для урсодезоксихолевой кислоты, являющейся препаратом первой линии при первичном билиарном холангите и внутрипечёночном холестазе беременных. Значительный объём клинических данных также имеется для адеметионина, применяемого при холестатических заболеваниях печени и алкогольной болезни печени, а также для силимарина, эффективность которого изучена при различных токсических поражениях печени [6, 11, 12].

Эссенциальные фосфолипиды обладают умеренной доказательной базой и широко используются в комплексной терапии неалкогольной жировой болезни печени и алкогольного поражения печени, хотя результаты клинических исследований остаются неоднозначными.

Нутрицевтики, включая куркумин, берберин и ресвератрол, демонстрируют выраженную биологическую активность и перспективные результаты в доклинических исследованиях. Однако их клиническое применение ограничивается низкой биодоступностью, быстрым метаболизмом и значительной вариабельностью состава коммерческих препаратов [20, 22]. В связи с этим перспективным направлением является разработка усовершенствованных систем доставки действующих веществ, включая липосомальные формы, наночастицы и комплексы с фосфолипидами.

Особое место занимает бициклол, широко применяемый в Китае и ряде стран СНГ при хронических вирусных гепатитах В и С [26]. Препарат характеризуется оригинальным механизмом действия, связанным с индукцией молекулярных шаперонов и защитой клеток от стресс-индуцированного повреждения [13, 14]. Вместе с тем международная доказательная база его эффективности остаётся ограниченной вследствие преобладания исследований, выполненных преимущественно в Китае.

Следует учитывать методологические ограничения доклинических исследований. Большинство данных *in vitro* получено на клеточной линии HepG2, которая, хотя и является удобной стандартной моделью, имеет существенные отличия от первичных гепатоцитов по метаболизму CYP450 и ряду транспортных функций. Экстраполяция результатов исследований на грызунах на человека также требует осторожности ввиду различий в метаболизме и скорости прогрессирования заболеваний печени [29].

Исследования *in vitro* являются фундаментальным этапом первичного скрининга биологически активных веществ, позволяющим в контролируемых условиях изучить их влияние на конкретные клеточные мишени и механизмы действия. Выбор клеточной модели во многом определяет достоверность и воспроизводимость получаемых результатов.

Линия HepG2 получена в 1979 году из биоптата гепатоцеллюлярной карциномы и является наиболее широко применяемой моделью в исследованиях гепатотоксичности и гепатопротекции благодаря простоте культивирования, высокой воспроизводимости и коммерческой доступности. Клетки сохраняют ряд функций, характерных для нормальных гепатоцитов, синтез альбумина, трансферрина, факторов свёртывания крови, а также демонстрируют предсказуемый стеатогенный ответ на воздействие свободных жирных кислот, что делает их удобной моделью для первичного скрининга гепатопротекторных соединений при НАЖБП [27]. Вместе с тем линия имеет существенные ограничения, обусловленные её опухолевым происхождением: клетки HepG2 характеризуются выраженным гликолитическим сдвигом, сниженным β-окислением и, что особенно значимо для оценки лекарственной гепатотоксичности, резко сниженной активностью ферментов системы CYP450 в первую очередь CYP1A2, CYP2C9, CYP2D6 и CYP3A4. Данное обстоятельство принципиально ограничивает применимость модели для изучения

соединений, требующих метаболической активации, поскольку в условиях сниженного CYP-метаболизма цитотоксичность таких веществ систематически недооценивается [16, 27].

Линия HepaRG выделена в начале 2000-х годов из гепатоцеллюлярной карциномы, ассоциированной с хронической HCV-инфекцией, и представляет собой бипотентную прогениторную культуру, обладающую уникальной среди опухолевых линий способностью к дифференцировке. При добавлении 1-2% диметилсульфоксида клетки дифференцируются в два фенотипа гепатоцитоподобные и холангиоцитоподобные, при этом дифференцированные гепатоцитоподобные клетки экспрессируют основные изоформы CYP450 (CYP1A2, CYP2B6, CYP2C9, CYP2E1, CYP3A4) и соответствующие ядерные рецепторы на уровне, сопоставимом с первичными гепатоцитами человека. Это делает HepaRG значительно более адекватной моделью для изучения индукции и ингибирования ферментов лекарственного метаболизма по сравнению с HepG2 [27, 28]. К ограничениям линии относятся длительный и технически сложный протокол дифференцировки, низкая экспрессия CYP2D6, а также принадлежность к единственному донору, что исключает оценку межиндивидуальной вариабельности метаболических реакций [28, 29].

Первичные гепатоциты остаются «золотым стандартом» для изучения гепатотоксичности и гепатопротекции благодаря полноценному метаболическому профилю, высокой активности ферментов системы CYP450 и сохранению ключевых транспортных функций, характерных для нативной ткани печени. Гепатоциты крысы, в частности, широко используются в доклинических исследованиях как хорошо охарактеризованная модель с предсказуемым метаболическим ответом, воспроизводимыми показателями цитотоксичности и обширной базой сравнительных данных, накопленной в мировой литературе [30]. Вместе с тем применение первичных культур сопряжено с рядом практических ограничений: быстрой утратой дифференцированного фенотипа уже через 24–48 часов после выделения, значительной вариабельностью, обусловленной индивидуальными особенностями донора, а также технической сложностью и трудоёмкостью процедуры выделения, требующей забора новой партии животных для каждого последующего эксперимента [31]. Именно эти ограничения обусловливают актуальность разработки стабильных перевиваемых линий на основе гепатоцитов крысы, сохраняющих воспроизводимые характеристики на протяжении многих пассажей без необходимости повторного использования животных.

В 2023 году в Институте биоорганической химии им. акад. А.С. Садыкова АН РУз была разработана и охарактеризована перевиваемая линия гепатоцитов крысы Gep23 (патент UZ FAP 2776), полученная из здоровой печени эмбрионов Rattus norvegicus на 18–20-й день гестации [32]. Использование эмбрионального материала обеспечивает повышенный пролиферативный потенциал клеток по сравнению с гепатоцитами взрослых животных, что в сочетании с ферментативным методом выделения позволяет получать стабильную перевиваемую культуру без необходимости повторного использования животных для каждого последующего эксперимента. Линия характеризуется эпителиоподобной полигональной морфологией с многочисленными двуядерными клетками; клетки плотно прилегают к субстрату, формируют выраженные межклеточные контакты и к концу логарифмической фазы роста образуют сплошной конфлюэнтный монослой с конфлюэнтностью около 90% [33].

Цитогенетический анализ метафазных пластинок, выполненный на выборке не менее 30 метафаз, показал число хромосом от 45 до 50 при модальном числе 48; для сравнения, диплоидный набор *Rattus norvegicus* составляет 2n = 42. Наблюдаемая умеренная анеуплоидия характерна для многих длительно культивируемых перевиваемых клеточных линий и при сохранении стабильного модального числа хромосом может рассматриваться как признак адаптации клеток к условиям *in vitro*.

Жизнеспособность культуры составляет 94,2 ± 4,2% при стандартных условиях культивирования, а после криоконсервации и последующего оттаивания на нулевом пассаже сохраняется на уровне 80–85%, что подтверждает устойчивость линии к длительному хранению и делает возможным её распространение между лабораториями без потери ключевых функциональных характеристик. Линия свободна от контаминации

микроорганизмами. Чувствительность Gep23 к фармакологическим воздействиям подтверждена в экспериментах с референсными цитостатическими препаратами различного механизма действия — цисплатином, доксорубицином и метотрексатом. При этом характер дозозависимого ответа клеток соответствовал ожидаемому для нормальных неопухолевых гепатоцитов и отличался от ответа трансформированных клеточных линий, что свидетельствует о перспективности использования Gep23 для оценки цитотоксических и цитопротекторных эффектов исследуемых соединений.

На основе линии Gep23 разработаны две воспроизводимые модели лекарственно-индуцированного поражения печени, основанные на различных механизмах токсического воздействия: диклофенак-индуцированная модель с использованием концентрации, соответствующей IC_{10} (125 мкМ), и парацетамол-индуцированная модель с концентрацией IC_{10} (12,5 мкМ). Применение концентраций токсикантов на уровне IC_{10} обеспечивает моделирование ранней обратимой фазы повреждения гепатоцитов, релевантной для оценки цитопротекторного действия, и может использоваться для стандартизированного доклинического скрининга веществ с предполагаемой гепатопротекторной активностью, включая соединения растительного происхождения.

В настоящее время линия Gep23 активно используется в исследовательской практике Института биоорганической химии им. акад. А.С. Садыкова АН РУз в качестве стандартизированной тест-системы для доклинического скрининга биологически активных веществ, обладающих потенциальной гепатотоксической или гепатопротекторной активностью.

Заключение. Представленный обзор систематизирует данные о 13 гепатопротекторных средствах, охватывающих как лекарственные препараты, так и биологически активные добавки. Наиболее клинически обоснованными и рекомендуемыми к применению остаются урсодезоксихолевая кислота, адеметионин и силимарин, обладающие широкой доказательной базой и чёткими показаниями [6, 12, 15]. Эссенциальные фосфолипиды и бициклол занимают среднюю позицию по уровню доказательности с рядом специфических показаний.

Среди нутрицевтиков наибольший клинический потенциал демонстрируют куркумин и берберин благодаря выраженному ингибированию провоспалительных сигнальных путей (NF-κB, COX-2), снижению продукции провоспалительных цитокинов и активации антиоксидантного пути Nrf2/ARE [7, 18, 34]. Ресвератрол, экстракт артишока, бетаин, таурин и цинк могут рассматриваться как вспомогательные средства или компоненты комбинированных формул [17, 20, 21, 24].

Анализ экспериментальных исследований *in vitro* показал, что большинство рассмотренных соединений реализуют гепатопротекторное действие посредством комплексного воздействия на ключевые звенья повреждения гепатоцитов: подавления оксидативного стресса, уменьшения воспалительной реакции, стабилизации митохондриальной функции, ингибирования апоптоза и регуляции клеточных сигнальных каскадов. На клеточных моделях печени продемонстрированы их способность повышать жизнеспособность гепатоцитов, снижать уровень активных форм кислорода, предотвращать перекисное окисление липидов и нормализовать показатели клеточного метаболизма. Эти данные подтверждают молекулярные механизмы, лежащие в основе наблюдаемых клинических эффектов, однако требуют дальнейшей верификации на стандартизированных моделях и в крупных клинических исследованиях.

Важным направлением дальнейших исследований является совершенствование экспериментальных моделей для оценки эффективности гепатопротекторных средств. Наряду с широко используемыми линиями HepG2 и первичными гепатоцитами перспективным представляется применение новых перевиваемых линий гепатоцитов, включая Gep23, которые могут использоваться для изучения цитотоксичности, цитопротекторных эффектов. Расширение спектра клеточных моделей позволит повысить воспроизводимость результатов и расширить возможности изучения новых гепатопротекторных соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. World Health Organization (WHO). (2024). *Global hepatitis report 2024: Action for access in low- and middle-income countries*. Geneva: World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240091672

2. Malik A, Malik M. Effects of curcumin in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. Can Liver J. 2024;7(2):299-315. https://doi.org/10.3138/canlivj-2023-0022

3. Gerysh OV, Iakovlieva LV. Study of hepatoprotective effect of a new herbal remedy Hepatropin on a model of hepatitis in rats caused by tuberculostatic medicines. Pharmacology and biochemistry. 2019;2(59). https://doi.org/10.24959/ubphj.19.222

4. Pandey B., Baral R., Kaundinnyayana A., Panta S. (2023). Promising hepatoprotective agents from the natural sources: a study of scientific evidence. Egyptian Liver Journal. 13:24. https://doi.org/10.1186/s43066-023-00248-w

5. Shakya A.K. (2020). Drug-induced Hepatotoxicity and Hepatoprotective Medicinal Plants: A Review. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research. 54(2):234–250. https://doi.org/10.5530/ijper.54.2.28

6. Vargas-Mendoza N, Madrigal-Santillán E, Morales-González A, et al. Hepatoprotective effect of silymarin. World J Hepatol. 2014;6(3):144-149. https://doi.org/10.4254/wjh.v6.i3.144

7. García-Muñoz AM, Victoria-Montesinos D, Ballester P, et al. A Descriptive Review of the Antioxidant Effects and Mechanisms of Action of Berberine and Silymarin. Molecules. 2024;29(19):4576. https://doi.org/10.3390/molecules29194576

8. Aghemo A, Alekseeva OP, Angelico F, et al. Role of silymarin as antioxidant in clinical management of chronic liver diseases: a narrative review. Ann Med. 2022;54(1):1548-1560. https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2069854

9. Wupperfeld D, Fricker G, Bois De Fer B, et al. Essential phospholipids decrease apoptosis and increase membrane transport in human hepatocyte cell lines. Lipids Health Dis. 2022;21:91. https://doi.org/10.1186/s12944-022-01698-8

10. Buryova H, Chalupsky K, Zbodakova O, et al. Liver protective effect of ursodeoxycholic acid includes regulation of ADAM17 activity. BMC Gastroenterol. 2013;13:155. https://doi.org/10.1186/1471-230X-13-155

11. Li S, Duan F, Li S, Lu B. Administration of silymarin in NAFLD/NASH: A systematic review and meta-analysis. Ann Hepatol. 2024;29(2):101174. https://doi.org/10.1016/j.aohep.2023.101174

12. Gillessen A, Angelico F, Chen J, et al. Silymarin for Treating Toxic Liver Disease: International Consensus Recommendations. Gastro Hep Adv. 2022;1(5):882-893. https://doi.org/10.1016/j.gastha.2022.05.006

13. Wang Y, Nie H, Zhao X, et al. Bicyclol induces cell cycle arrest and autophagy in HepG2 human hepatocellular carcinoma cells through the PI3K/AKT and Ras/Raf/MEK/ERK pathways. BMC Cancer. 2016;16(1):742. https://doi.org/10.1186/s12885-016-2767-2

14. Zhao J, Ran M, Yang T, et al. Bicyclol Alleviates Signs of BDL-Induced Cholestasis by Regulating Bile Acids and Autophagy-Mediated HMGB1/p62/Nrf2 Pathway. Front Pharmacol. 2021;12:686502. https://doi.org/10.3389/fphar.2021.686502

15. Cederbaum AI. Hepatoprotective effects of S-adenosyl-L-methionine against alcohol- and cytochrome P450 2E1-induced liver injury. World J Gastroenterol. 2010;16(11):1366-1376.

16. Doody EE, Groebner JL, Walker JR, et al. Ethanol metabolism by alcohol dehydrogenase or cytochrome P450 2E1 differentially impairs hepatic protein trafficking and growth hormone signaling. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2017;313(6):G558-G569. https://doi.org/10.1152/ajpgi.00027.2017

17. Xue H, Wei M, Ji L. Chlorogenic acids: A pharmacological systematic review on their hepatoprotective effects. Phytomedicine. 2023;118:154961. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2023.154961

18. Kankanit Yeerong, Ratchanon Inpan, Jakkrit Aisara, et al. Therapeutic effects of curcumin on upper gastrointestinal diseases: a systematic review and meta-analysis of animal studies. BMC Complement Med Ther. 2026;26:54. https://doi.org/10.1186/s12906-025-05175-4

19. Salehi B, Mishra AP, Nigam M, et al. Resveratrol: A Double-Edged Sword in Health Benefits. Biomedicines. 2018;6(3):91. https://doi.org/10.3390/biomedicines6030091

20. Izzo C, Annunziata M, Melara G, et al. The Role of Resveratrol in Liver Disease: A Comprehensive Review from In Vitro to Clinical Trials. Nutrients. 2021;13(3):933. https://doi.org/10.3390/nu13030933

21. Arumugam MK, Paal MC, Donohue TM Jr., et al. Beneficial Effects of Betaine: A Comprehensive Review. Biology. 2021;10(6):456. https://doi.org/10.3390/biology10060456

22. Zhi-Jun Yang, Si-Yu Huang, Jin Cheng, et al. Betaine: A comprehensive review on dietary sources, health benefits, mechanisms of action, and application. Trends Food Sci Technol. 2025;159:104993. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.104993

23. Belanova A, Chmykhalo V, Shkurat T, et al. Trimethylglycine betaine effects on NFκB, HIF1A and NFE2L2/AP-1 pathways, mitochondrial activity, glucose import, and levels of ROS in HeLa cells. Gene Reports. 2022;28:101654. https://doi.org/10.1016/j.genrep.2022.101654

24. Bae M, Ahmed K, Yim JE. Beneficial Effects of Taurine on Metabolic Parameters in Animals and Humans. J Obes Metab Syndr. 2022;31(2):134-146. https://doi.org/10.7570/jomes21088

25. Heidari R, Jamshidzadeh A, Niknahad H, et al. Effect of taurine on chronic and acute liver injury: Focus on blood and brain ammonia. Toxicol Rep. 2016;3:870-879. https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2016.04.002

26. Li H, Li JR, Huang MH, et al. Bicyclol Attenuates Liver Inflammation Induced by Infection of Hepatitis C Virus via Repressing ROS-Mediated Activation of MAPK/NF-κB Signaling Pathway. Front Pharmacol. 2018;9:1438. https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01438

27. Gerets, H. H., Tilmant, K., Gerin, B., Chanteux, H., Depelchin, B. O., Dhalluin, S., & Atienzar, F. A. Characterization of primary human hepatocytes, HepG2 cells, and HepaRG cells at the mRNA level and CYP activity in response to inducers and their predictivity for the detection of human hepatotoxins. Cell biology and toxicology, 2012;28(2), 69–87. https://doi.org/10.1007/s10565-011-9208-4

28. Cerec V., Glaise D., Garnier D., Morosan S., Turlin B., Drenou B., Corlu A., Guillouzo A. Transdifferentiation of hepatocyte-like cells from the human hepatoma HepaRG cell line through bipotent progenitor cells. Hepatology. 2007;45(4):957–967. https://doi.org/10.1002/hep.21536

29. Kim, Y., Kim, H., & Kim, Y. (2025). Advancing hepatotoxicity assessment: current advances and future directions. Toxicological research, 41(4), 303–323. https://doi.org/10.1007/s43188-025-00289-w

30. Bell, C. C., Hendriks, D. F., Moro, S. M., Ellis, E., Walsh, J., Renblom, A., Fredriksson Puigvert, L., Dankers, A. C., Jacobs, F., Snoeys, J., Sison-Young, R. L., Jenkins, R. E., Nordling, Å., Mkrtchian, S., Park, B. K., Kitteringham, N. R., Goldring, C. E., Lauschke, V. M., & Ingelman-Sundberg, M. (2016). Characterization of primary human hepatocyte spheroids as a model system for drug-induced liver injury, liver function and disease. Scientific reports, 6, 25187. https://doi.org/10.1038/srep25187

31. Rowe C., Gerrard D.T., Jenkins R., Berry A., Durkin K., Sundstrom L., Goldring C.E.P., Park B.K., Kitteringham N.R., Hanley K.P. (2013). Proteome-wide analyses of human hepatocytes during differentiation and dedifferentiation. Hepatology. 58(2):799–809. https://doi.org/10.1002/hep.26414

32. Хашимова З.С., Салахутдинова М.К., Кахарова К.А., Ощепкова Ю.И., Салихов Ш.И. (2025). Способ получения перевиваемой линии культуры клеток гепатоцитов. Патент на полезную модель РУз № FAP 2776.

33. Хашимова З.С., Салахутдинова М.К., Кахарова К.А., Ощепкова Ю.И., Салихов Ш.И. (2025). Перевиваемая линия культуры клеток гепатоцитов из эмбрионов крыс. Узбекский биологический журнал. № 3. с.3-6.

34. Khoshandam A, Imenshahidi M, Hosseinzadeh H. Pharmacokinetic of berberine, the main constituent of Berberis vulgaris L.: A comprehensive review. Phytother Res. 2022;36(11):4063-4079. https://doi.org/10.1002/ptr.7589

35. Mohammed, E.T., Safwat, G.M., Bahnasawy, E.A. et al. Zinc Oxide Nanoparticles and Vitamin C Ameliorate Atrazine-Induced Hepatic Apoptosis in Rat via CYP450s/ROS Pathway and Immunomodulation. Biol Trace Elem Res 201, 2023; 5257–5271 https://doi.org/10.1007/s12011-023-03587-2

УДК 615.33:615.281:579.61

СРАВНИТЕЛЬНАЯ КАРТИНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ШТАММОВ *E.COLI* И *SALMONELLA*, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМИ КИШЕЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ И БРОЙЛЕРНЫХ КУР В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

М.К.Ташпулатова, с.н.с., Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр эпидемиологии, микробиологии, инфекционных и паразитарных заболеваний Республики Узбекистан, Ташкент

Annotatsiya. *Ushbu maqola Escherichia coli va Salmonella spp.ning antibakterial dori vositalarga qarshi fenotipik xususiyatlarini ilmiy-nazariy hamda amaliy nuqtai nazardan tahlil qiladi va ularning fenotipik sezuvchanligini solishtirma baholashni taqdim etadi.*

Kalit so'zlar: *Escherichia coli va Salmonella shtammlari, o'tkir ichak infeksiyalari, antimikrob dori vositalarga chidamlilik.*

Аннотация. *В данной статье с научно-теоретической и практической точек зрения анализируются особенности фенотипов резистентности Escherichia coli и Salmonella spp. к антибактериальным препаратам, а также сравнительная оценка их фенотипической чувствительности.*

Ключевые слова: *штаммы Escherichia coli и Salmonella, острые кишечные инфекции, антимикробная резистентность.*

Abstract. *This article analyzes, from both scientific-theoretical and practical perspectives, the characteristics of the resistance phenotypes of Escherichia coli and Salmonella spp. to antibacterial agents, and provides a comparative assessment of their phenotypic susceptibility.*

Key words: *Escherichia coli and Salmonella strains, acute intestinal infection, antimicrobial resistance.*

Введение. Сальмонелла и патогенная кишечная палочка являются одними из наиболее распространенных пищевых патогенов, которые поражают миллионы людей ежегодно, иногда с тяжелыми и смертельными исходами. К продуктам, которые чаще всего участвуют во вспышках сальмонеллеза, относятся яйца, птица и другие продукты животного

происхождения. Патогенная кишечная палочка часто ассоциируется с непастеризованным молоком, недоваренным мясом и загрязненными свежими фруктами и овощами. [7]

Устойчивость к противомикробным препаратам (УПП) является одной из главных угроз общественному здравоохранению и развитию во всем мире. По оценкам, бактериальная УПП была непосредственно ответственна за 1,27 миллиона смертей во всем мире в 2019 году и способствовала 4,95 миллионам смертей [3]. Возникновение резистентности является естественным биологическим ответом на использование АМП, которые создают селективное давление, способствующее отбору, выживанию и размножению резистентных штаммов микроорганизмов [1].

E. coli относится к бактериям с множественной лекарственной устойчивостью, поскольку она обладает высоким потенциалом устойчивости к многочисленным антибиотикам посредством различных механизмов: в результате действия ферментов β-лактамаз, которые обеспечивают устойчивость к β-лак тамным антибиотикам, и других ферментов, вызывающих устойчивость к аминогликозидам, хинолонам и так далее [8] Так, в странах, представляющих данные в Глобальную систему эпиднадзора за устойчивостью к противомикробным препаратам (GLASS), частота случаев устойчивости к антибиотику ципрофлоксацину, варьируется в диапазоне от 8,4% до 92,9% для *Escherichia coli* и от 4,1% до 79,4% для *Klebsiella pneumoniae*. [9]

Бактерии рода *Salmonella* занимают второе место после *Campylobacter* в «рейтинге» возбудителей инфекций общих для человека и животных, ежегодно в странах Евросоюза (ЕС) регистрируют около 100 тыс. случаев сальмонеллёзной инфекции [5]. *Salmonella* лидируют как возбудители групповых заболеваний (вспышек), вызванных употреблением контаминиро ванных пищевых продуктов, которые нередко приобретают масштаб международных. В 2018 г. в странах ЕС около 35,0% этиологически расшифрованных вспышек (более 1500) вызваны бактериями рода Salmonella, охватывая максимальное число пострадавших, госпи тализированных и умерших лиц [4].

У штаммов *Salmonella* и *E.coli* необходимо определять чувствительность к антимикробным препаратам (АМП) с целью коррекции проводимой терапии, для мониторинга устойчивости в рамках пищевой безопасности которая является одной из отраслей проекта «Единое здоровье» [10] направленного на достижение оптимального уровня здоровья человека, животных и окружающей среды, для обеспечения устойчивого баланса между этими тремя состоявляющими. Такой подход, опирающийся на тесную взаимозависимость между этими областями, применяется для разработки новых методов эпиднадзора и борьбы с заболеваниями. К сфере применения концепции «Единое здоровье» относится целый ряд проблем, таких как устойчивость к противомикробным препаратам (УПП), возникающая в случаях, заболевания в результате нарушения безопасности пищевых продуктов и болезни пищевого происхождения, зоонозные заболевания, то есть инфекционные болезни, возбуждаемые микроорганизмами.

Материалы и методы. Для решения поставленной цели проведены исследования в лаборатории «Центр Антимикробной резистентности (ЦАМР) при РСНПМЦЭМИПЗ, в рамках государственного гранта ПЗ: 20170928351 «Разработка системы прогнозирования и профилактики неблагоприятного влияния алиментарных факторов на здоровье человека на основе определения фенотипа резистентности и общности чувствительности микроорганизмов к противомикробным препаратам у больных с диареей и сельскохозяйственных животных» (03.01.2018г по 31.12.2020г).

Изучение морфологические, тинкториальные и биохимические свойства штаммов *Salmonell* и *E. coli* проводили согласно протоколам ВОЗ и ИСО 6579 [2,7].

Биохимическую активность определяли путем посева культур в полужидкие среды, содержащие различные углеводы, спирты и аминокислоты: глюкозу, маннит, дульцит, мочевину, арабинозу, ксилозу, цитрат, ацетат, малонат, фенилаланин, лизин. Индолообразование определяли на бульоне реактивом по способу Мореля.

Определение чувствительности к антимикробным препаратам диско-диффузионным методом проводились согласно рекомендациям EUCAST 2020-2021гг (версия 10.0-11.0). Полученные результаты интерпретировали также согласно рекомендациям EUCAST 2020-2021 (версия 10.0-11.0). [6] В работе использовали агар Мюллера-Хинтона (GEETA PHARMA, Индия) и диски с антибиотиками производства Liofilchem (Италия). Постановка чувствительности проводилось диско - диффузионном методом. Изучали чувствительность *Salmonell* и *E. coli* к следующим АМП: β-лактамам (ампициллин, амоксициллин/клавулановая кислота, цефотаксим, цефтазидим, имепинем, меропинем, эртопинем, дорипенем, хинолонам (ципрофлоксацин), и препаратам других групп (хлорамфеникол, триметоприм-сульфаметоксазол). Для внутреннего контроля качества проводимых исследований использовали контрольные штаммы *E.coli ATCC 25922*

Результаты и обсуждение. Было исследовано 28 штамма *E. coli* и 37 штамма *Salmonell* выделенных из тушек бройлерных кур (образцы для выделения *E. coli* и *Salmonell* из тушек бройлерных кур, были отобраны с фермерского хозяйства во время убоя), также 28 штамма *E. coli* и 91 штамма *Salmonell* выделенных от больных острыми кишечными инфекциями, госпитализированных в клинику РСНПМЦЭМИПЗ.

Для оценки возможных различий в частоте встречаемости резистентности штаммов *E. coli* и *Salmonell* выделенных у бройлерных кур и от больных ОКИ, проводился статистический анализ, для которого штаммы с умеренной и высокой резистентностью были объединены в одну категорию «нечувствительные».

В таблице 1 и 2 мы представили данные изменения зон подавления роста микроорганизма к антимикробным препаратам и рассчитали 95% доверительный интервал (CI) и коэффициент вариации (CV%) для сравнения двух объектов, (*E.coli* у бройлерных кур и *E.coli* у больных с ОКИ; *Salmonella spp.* у бройлерных кур и *Salmonella spp.* у больных с ОКИ;) к различным антимикробным препаратам.

Таблица 1

Чувствительность штаммов *E. coli* выделенных у бройлерных кур и от больных ОКИ

	E.coli у бройлерных кур **n=28**	*E.coli у больных с ОКИ* **n=28**	*CV%*	*CI%*
Название АМП	R %	R %		
Ampicillin 10	96,4	85,7	8,31	23,07-159,03
Amoxicillin clavulanic acid AUG 20	96,4	85,7	8,31	23,07-159,03
Cefotaxime CTX_ED5	0,0	71,4	141,42	-417,91-489,31
Ceftazidime CAZ_ED10	53,6	96,4	40,35	-196,91-346,91
Imipenem IPM_ED10	10,8	0,0	141,42	-63,21-74,01
Meropenem MEM_ED10	0,0	0,0	0	0
Ertopenem ETP_ED10	0,0	7,1	141,42	-41,56-48,66
Doripenem DOR_ED10	46,4	50,0	5,28	25,33-71,04
Ciproflxaci CIP_ED5	96,4	50,0	44,82	-221,58-367,98
Chloramphenicol CHL_ED30	46,4	14,2	75,14	-174,27-234,87
Trimethoprim/sulfamethoxazole SXT_ED1.2	100,0	64,2	30,83	-145,34-309,54

Примечание: **95% доверительный интервал (CI)** – диапазон значений, в котором с 95% вероятностью находится истинное значение устойчивости;

По данным таблицы 1 видно, что у выделенных штаммов *E. coli* из тушек бройлерных кур к β-лактамным следующая картина антибиотикорезистентности к ампициллину – 96,4%, амоксициллин/клавулановая кислота – 96,4%, цефтазидиму – 53,6%, но только к цефотаксиму – штаммы чувствительны, а у штаммов *E. coli* выделенные от больных ОКИ наблюдается резистентность к ампициллину – 85,7%, амоксициллин/клавулановая кислота – 85,7%, цефотаксиму – 71,4%, цефтазидиму – 96,4%.

По отношению к группе карбопенем штаммы *E. coli* выделенные из тушек бройлерных кур были чувствительны к эртопинему, резистентность 46,4% наблюдалась к дорипенему, а к имипенему - 10,8%. Штаммы выделенные от больных ОКИ были чувствительны к имепинему.

Резистентность наблюдалась к эртопинему - 7,1% и дорипинему - 50,0%,. Все выделенные штаммы *E. coli* были чувствительны к меропинему.

Высокая резистентность отмечается по отношению к ципрофлоксацину, у штаммов *E. coli* выделенных от бройлерных кур - 94,6%, чем у штаммов выделенных от больных ОКИ - 50,0%. Также к хлорамфениколу, триметоприм-сульфаметоксазолу у штаммов *E. coli* выделенных от бройлерных кур, чем у штаммов *E. coli.* выделенных от больных ОКИ: к хлорамфениколу –46,4% и 14,2%, к триметоприм-сульфаметоксазолу - 100,0% и 64,2% соответственно.

Дисперсионный анализ ANOVA и расчёт 95% доверительного интервала (CI) с подсчетом коэффициента вариации (CV%) показал, что высокая достоверность резистентности наблюдается у таких антибиотиков как Cefotaxime CTX_ED5, Imipenem IPM_ED10, Ertapenem ETP_ED10 CV% 141,42 при сравнение штаммов *E. coli.* выделенных от бройлерных кур и от больных с острыми кишечными инфекциями. По отношению Ampicillin 10, Amoxicillin clavulanic acid AUG 20, Ciproflxacin CIP_ED5, Ceftazidime CAZ_ED10 и Trimethoprim/sulfamethoxazole SXT_ED1.2 у обеих групп наблюдается очень высокая резистентность CV% от 23,07 до 44,82. Это говорит о широком использование как в ветеринарии так и в клинической практике. Из группы карбопенем по отношению обеих групп свою актуальность сохранил только Meropenem MEM_ED10 CV% 0. Наименьший разрыв был только у Doripenem DOR_ED10 CV% 5,28.

Таблица 2

Чувствительность штаммов *Salmonella spp* выделенных из тушек кур и от больных ОКИ.

	Salmonella spp. у бройлерных кур **n=37**	*Salmonella spp. у больных с ОКИ* **n=91**	*CV%*	*CI%*
Название АМП	R %	R %		
Ampicillin 10	78,4	16,5	92,24	-345,81-440,71
Amoxicillin clavulanic acid AUG 20	78,4	14,3	97,79	-360,88-453,58
Cefotaxime CTX_ED5	5,4	16,5	71,68	-59,57-81,47
Ceftazidime CAZ_ED10	5,4	16,5	71,68	-59,57-81,47
Imipenem IPM_ED10	5,4	1,1	93,56	-24,07-30,57
Meropenem MEM_ED10	0,0	0,0	0,0	0,0
Ertopenem ETP_ED10	0,0	0,0	0,0	0,0
Doripenem DOR_ED10	0,0	0,0	0,0	0,0
Ciproflxacin CIP_ED5	78,4	2,2	133,7	-443,81-54,41
Chloramphenicol CHL_ED30	78,4	22,0	79,44	-308,11-408,51
Trimethoprim/sulfamethoxazole SXT_ED1.2	78,4	16,5	92,24	-345,81-440,71

Примечание: **95% доверительный интервал (CI)** – диапазон значений, в котором с 95% вероятностью находится истинное значение устойчивости.

По данным таблицы 2 видно, что у выделенных штаммов *Salmonella spp.* из тушек бройлерных кур картина резистентности к β-лактамным антибиотикам следующая - к ампициллину - 78,4%, амоксициллин/клавулановая кислота – 78,4%, цефотаксиму – 5,4%, цефтазидиму – 5,4%, а у штаммов *Salmonella spp.* выделенные от больных ОКИ наблюдается только у 16,5% резистентность к ампициллину, амоксициллин/клавулановая кислота – 14,3%, цефотаксиму – 16,5%, цефтазидиму – 16,5%.

Все тестируемые штаммы *Salmonella spp.* чувствительны к меропинему, эртопинему, дорипенему, только встречались штаммы резистентные к имипенему 5,4% и 1,1% соответственно.

Высокая резистентность наблюдается по отношению к ципрофлоксацину у штаммов *Salmonella spp.* выделенных от бройлерных кур 78,4%, чем у штаммов выделенных от больных ОКИ 2,2%, также к хлорамфениколу –78,4% и 22,0%, к триметоприм-сульфаметоксазолу 78,4% и 16,5% соответственно.

Анализируя данные таблицы 2 по частоте встречаемости резистентных штаммов *Salmonella spp.* из различных объектов мы видим, что высокая достоверность резистентности

штаммов *Salmonella spp.* выделенных от бройлерных кур и от больных с острыми кишечными инфекциями, наблюдается по отношению к Ampicillin 10, Amoxicillin clavulanic acid AUG 20, Imipenem IPM_ED10 и Ciprofloxacin CIP_ED5 CV% 92,24%, 97,79%, 93,56% и 133,7% соответственно. Это свидетельствует о высоких данных достоверности и широким использованием этих препаратов в ветеринарии. К Cefotaxime CTX_ED5 и Ceftazidime CAZ_ED10 наблюдается умеренная устойчивость у больных с ОКИ и низкая устойчивость у бройлерных кур, CV% 71,68, что свидетельствует о статистически значимых расхождениях между группами. Менее выраженный разрыв наблюдался по отношению Chloramphenicol CHL_ED30 и Trimethoprim/sulfamethoxazole SXT_ED1.2 CV% 79,44 и 92,24 соответственно. Группе карбопенем сохраняют эффективность по отношению обеих групп (Meropenem MEM_ED10 Ertopenem ETP_ED10 Doripenem DOR_ED10) и могут использоваться как резервные.

Заключение. Отсутствие и массовое использование антибиотиков в клинической практике приводит к резистентности бактерий к противомикробным препаратам. Бактерии используют различные механизмы резистентности для защиты самих себя. Приобретенная резистентность возникает в результате мутаций, переноса генов путем конъюгации или трансформации, транспозонов и бактериофагов. Необходимо определить устойчивость бактерий к антибиотикам всех классов (фенотипов) и мутаций, которые ответственны за устойчивость бактерий к антибиотикам (генетический анализ). Лучшее понимание механизмов действия антибиотиков устойчивость, расположение генов в хромосоме и их экспрессия позволили бы нам разработать стратегии скрининга и контроля, которые необходимы для уменьшения распространения устойчивых бактерий и их эволюции.

Высокая достоверность резистентности наблюдается у таких антибиотиков как Cefotaxime CTX_ED5, Imipenem IPM_ED10, Ertapenem ETP_ED10 CV% 141,42 при сравнение штаммов *E. coli.* выделенных от бройлерных кур и от больных с острыми кишечными инфекциями. Также частота встречаемости резистентных штаммов *Salmonella spp.* из различных объектов мы видим, что высокая достоверность резистентности штаммов *Salmonella spp.* выделенных от бройлерных кур и от больных с острыми кишечными инфекциями, наблюдается по отношению к Ampicillin 10, Amoxicillin clavulanic acid AUG 20, Imipenem IPM_ED10 и Ciprofloxacin CIP_ED5 CV% 92,24%, 97,79%, 93,56% и 133,7% соответственно. Это свидетельствует о высоких данных достоверности и широким использованием этих препаратов в ветеринарии. Таким образом, штаммы *Salmonella spp.* выделенных от бройлерных кур обладают высокой множественной резистентности, чем штаммы *Salmonella spp.* выделенных от больных ОКИ. Штаммы E.coli выделенные, как от бройлерных кур, так и от больных ОКИ обладают высокой резистентности к нескольким классам антибиотиков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Страчунский, Л. С. Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии / Л. С. Страчунский, Ю. Б. Белоусов. – М.: Амалфея: Мисанта, 2002. – С. 32-39.

2. ВОЗ (2022 г.). Глобальная стратегия безопасности пищевых продуктов на 2022-2030 гг. – На пути к укреплению систем безопасности пищевых продуктов и глобальному сотрудничеству. [https://www.who.int/publications/i/item/9789240057685] ISBN:978-92-4- 05768-5

3. Antimicrobial Resistance Collaborators. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. The Lancet; 399(10325): P629-655. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0

4. European Food Safety Author ity and European Centre for Disease Prevention and Control), 2019. The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. EFSA Journal. 2019; 17(12): 5926, 276 pp

5. European Centre for Disease Prevention and Control. Salmonellosis. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2016 Stockholm: ECDC; 2019 Available at: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2016-salmonellosis.pdf

6. European Committee on Antimicrobial Susceptibilty Testing (EUCAST). Website with MIC-distributions. [http://mic/eucast.org/, 2020-2021].

7. ISO-6579/ 2002 (E) 4th Ed. Microbiology-General Guidance on Methods for the detection of Salmonella// International Organisation for Standardization Geneva//Switzerland.-2002.-P.325 [cdn.standards.iteh.ai›samples…ISO-6579-2002.pdf]

8. Kapoor G, Saigal S, Elongavan A. Action and resistance mechanisms of antibiotics: a guide for clinicians. Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology. 2017;33:300-305. DOI: 10.4103/joacp.JOACP_349_15

9. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety
10.https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/one-health

УДК 579.64:546.766:504.5

ВЛИЯНИЕ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА НА КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ И ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*

Д.Э.Туракулова, магистрант, Ташкентский государственный технический университет, Ташкент
Г.Х.Кадырова, д.б.н., проф., Институт микробиологии Академии Наук Республики Узбекистан, Ташкент
Т.Э.Шонахунов, PhD, с.н.с., Институт микробиологии Академии Наук Республики Узбекистан, Ташкент

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda olti valentli xromning [Cr(VI)] turli konsentratsiyalarining Bacillus avlodiga mansub: Bacillus licheniformis 10, Bacillus cereus 17 va Bacillus thuringiensis 94 bakteriyalarning o'sishi va fermentativ faolligiga ta'siri o'rganilgan. Cr(VI) konsentratsiyasining ortishi mikroblarning o'sishini ingibirlashi, koloniyalar soni va hajmini kamaytirishi va kulturalarning o'sish tezligini pasaytirishi aniqlandi. Xrom ta'sirida katalaza, amilaza, lipaza, tsellyulaza va proteaza faolligining sifatli tahlili o'tkazildi. Katalaza va lipaza faolligi Cr(VI) ta'siriga eng chidamli ekanligi, amilaza, tsellyulaza va ayniqsa proteaza faolligi esa toksikant konsentratsiyasining ortishi bilan sezilarli darajada bostirilishi ko'rsatildi. Bacillus cereus 17 shtammi xrom ionlariga eng chidamli ekanligi aniqlandi. Natijalar olti valentli xromning bakteriyalar metabolik faolligiga dozaga bog'liq ta'sirini ko'rsatadi va og'ir metallarga chidamlilik va ifloslangan ekotizimlarning bioremediatsiyasini o'rganishda Bacillus turlaridan foydalanishni qo'llab-quvvatlaydi.*

Kalit so'zlar: *mikroorganizmlar, og'ir metallar, olti valentli xrom, Cr(VI), Bacillus, fermentativ faollik, toksiklik, bioremediatsiya*

Аннотация. *В работе исследовано влияние различных концентраций шестивалентного хрома [Cr(VI)] на рост и ферментативную активность бактерий рода Bacillus: Bacillus licheniformis 10, Bacillus cereus 17 и Bacillus thuringiensis 94. Установлено, что повышение концентрации Cr(VI) приводит к ингибированию роста микроорганизмов, уменьшению количества и размеров колоний, а также снижению интенсивности роста культур. Проведен качественный анализ активности каталазы, амилазы, липазы, целлюлазы и протеазы в условиях воздействия хрома. Показано, что наиболее устойчивыми к действию Cr(VI) являются каталазная и липазная активности, тогда как амилазная, целлюлазная и особенно протеазная активности существенно подавляются при повышении концентрации токсиканта. Наиболее устойчивым к действию ионов хрома оказался штамм Bacillus cereus 17. Полученные результаты свидетельствуют о дозозависимом влиянии шестивалентного хрома на метаболическую активность бактерий и подтверждают возможность использования микроорганизмов рода Bacillus в исследованиях устойчивости к тяжелым металлам и процессах биоремедиации загрязненных экосистем.*

Ключевые слова: *микроорганизмы, тяжелые металлы, шестивалентный хром, Cr(VI), Bacillus, ферментативная активность, токсичность, биоремедиация*

Abstract. *The study investigated the effect of different concentrations of hexavalent chromium [Cr(VI)] on the growth and enzymatic activity of bacteria of the genus Bacillus: Bacillus licheniformis 10, Bacillus cereus 17, and Bacillus thuringiensis 94. It was found that increasing Cr(VI) concentrations inhibited microbial growth, reduced the number and size of colonies, and decreased the overall growth intensity of bacterial cultures. A qualitative analysis of catalase, amylase, lipase, cellulase, and protease activities under chromium exposure was performed. The results showed that catalase and lipase activities were the most resistant to Cr(VI), whereas amylase, cellulase, and especially protease activities were significantly suppressed with increasing toxicant concentration. Bacillus cereus 17 demonstrated the highest resistance to chromium ions. The obtained data indicate a dose-dependent effect of hexavalent chromium on bacterial metabolic*

activity and confirm the potential application of Bacillus microorganisms in studies of heavy metal resistance and bioremediation of contaminated ecosystems.

Key words: *microorganisms, heavy metals, hexavalent chromium, Cr(VI), Bacillus, enzymatic activity, toxicity, bioremediation*

Введение. В настоящее время загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами является одной из наиболее актуальных экологических проблем. Особую опасность представляют соединения шестивалентного хрома Cr(VI), обладающие высокой токсичностью, канцерогенностью и способностью длительно сохраняться в природных экосистемах. Основными источниками поступления хрома в окружающую среду являются предприятия металлургической, химической, кожевенной и гальванической промышленности. Попадая в почву и водные экосистемы, соединения Cr(VI) оказывают негативное воздействие на микроорганизмы, нарушая процессы клеточного метаболизма, дыхания и ферментативной активности [1-4].

Микроорганизмы рода *Bacillus* широко распространены в природных экосистемах и обладают высокой экологической пластичностью. Благодаря способности образовывать споры и синтезировать разнообразные ферменты, представители данного рода играют важную роль в процессах биодеградации органических веществ и биоремедиации загрязненных территорий. Известно, что некоторые штаммы *Bacillus* способны проявлять устойчивость к тяжелым металлам, включая соединения хрома, за счет функционирования антиоксидантных систем защиты, механизмов восстановления Cr(VI) до менее токсичного Cr(III), а также экспрессии генов металлрезистентности [5-8].

Токсическое действие шестивалентного хрома связано прежде всего с развитием окислительного стресса и повреждением белковых молекул, что приводит к изменению активности ферментов и подавлению роста микроорганизмов [9,10]. В связи с этим исследование влияния различных концентраций Cr(VI) на рост и ферментативную активность бактерий представляет значительный научный и практический интерес.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния различных концентраций шестивалентного хрома на рост, морфологические особенности колоний и ферментативную активность бактерий рода *Bacillus*.

Материалы и методы. Объектами исследования служили местные штаммы бактерий изолированные из загрязнённых тяжёлыми металлами (промышленные зоны, агротехногенные участки) почв Узбекистана (*Bacillus licheniformis* 10, *Bacillus cereus* 17) и из коллекции микроорганизмов Института микробиологии АН РУз (*Bacillus thuringiensis* 94) [11-13]. Культуры выращивали на плотных питательных средах (МПА, ПА, LB) в присутствии различных концентраций шестивалентного хрома – 67,22 мг/л; 112,04 мг/л и 224,08 мг/л. В качестве контроля использовали среды без добавления токсиканта.

Оценку роста бактерий проводили по характеру колониеобразования, количеству колоний, их размерам, окраске и интенсивности роста [14,15]. Морфологические особенности колоний изучали визуально после инкубирования культур в термостате при оптимальной температуре (35 ºС) выращивания.

Для определения влияния Cr(VI) на метаболическую активность микроорганизмов проводили качественный анализ ферментативной активности исследуемых штаммов. Изучали активность каталазы, амилазы, липазы, целлюлазы и протеазы с использованием стандартных микробиологических методов [16,17]. Интенсивность ферментативной активности оценивали полуколичественно по степени выраженности гидролиза соответствующих субстратов и обозначали условными символами: отсутствие активности (−), слабая (+), умеренная (++), высокая (+++).

Полученные результаты анализировали сравнительно для контрольных и опытных вариантов с различными концентрациями Cr(VI). Интерпретацию результатов проводили с учетом литературных данных о механизмах токсического действия тяжелых металлов на микроорганизмы.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были изучены культурально-морфологические свойства бактериальных штаммов при воздействии различных концентраций Cr(VI). Визуальный анализ роста культур выявил существенные изменения морфологии и характера колониеобразования в зависимости от концентрации токсиканта. Как видно из рисунка 1 во всех вариантах контрольных культур *Bacillus licheniformis 10, Bacillus cereus 17 u Bacillus thuringiensis 94* наблюдается: хороший рост культуры; большое количество колоний; колонии округлые, выпуклые, с ровными краями; окраска молочно-белая или кремовая; поверхность гладкая, матовая или слегка блестящая. Это свидетельствует о нормальном физиологическом состоянии клеток и высокой жизнеспособности бактерий в отсутствии токсиканта. При добавлении низкой концентрации шестивалентного хрома (67,22 мг/л) отмечается: умеренное снижение количества колоний; уменьшение размеров отдельных колоний; частичное замедление роста. Следует отметить, что у некоторых штаммов при концентрации Cr(VI) – 67,22 мг/л сохраняется относительно высокая плотность роста. Колонии в целом сохраняют типичную форму, однако становятся менее крупными и более прозрачными. Это указывает на начало стрессового воздействия Cr(VI), но бактерии ещё способны адаптироваться к токсиканту.

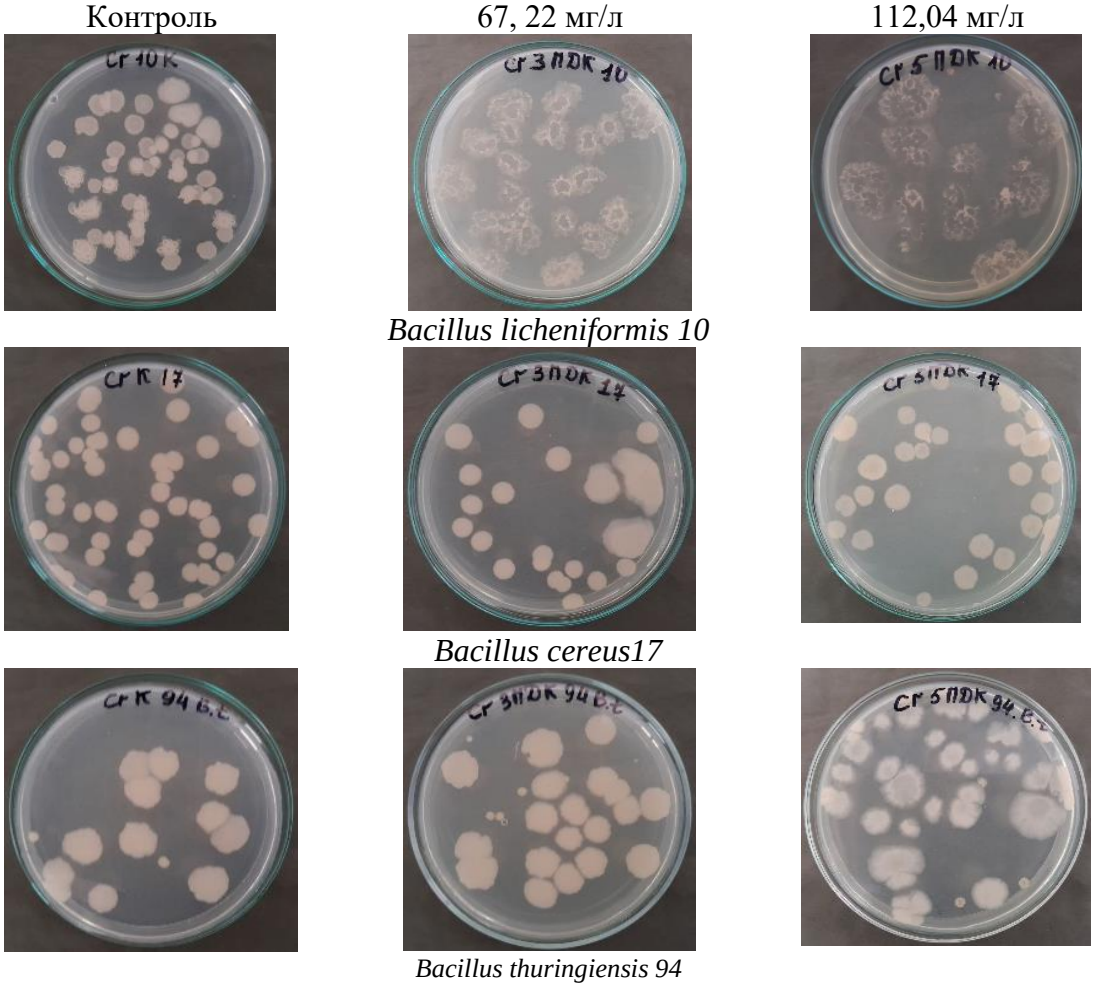


Рис.1. Культуральные свойства бактерий в присутствии различных концентраций ионов шестивалентного хрома

При увеличении концентрации Cr(VI) до 112,04 мг/л: уменьшается число выросших колоний; колонии становятся мелкими и снижается интенсивность пигментации и плотность роста. У некоторых культур заметно выражено токсическое действие хрома, проявляющееся в ингибировании клеточного деления.

Таким образом, ионы шестивалентного хрома оказывают выраженное ингибирующее действие на рост бактерий рода *Bacillus*. С увеличением концентрации Cr(VI): уменьшается количество колоний; снижается их размер и подавляется интенсивность роста. Наиболее

устойчивым к ионам хрома является штамм *Bacillus cereus* 17, тогда как остальные культуры проявляют более выраженное угнетение роста при высоких концентрациях хрома.

Далее нами было исследована качественный анализ некоторых ферментов, в частности каталазы, амилазы, липазы, целлюлазы и протеазы. Наиболее высокая каталазная активность отмечена у *B. licheniformis 10* и *B. thuringiensis 94*. У данных штаммов в контроле и при концентрациях хрома 67,22 мг/л и 112,04 мг/л сохранялась высокая активность, однако при 224,08 наблюдалось снижение активности (табл. 1). У *B. cereus 17* активность каталазы была ниже и изменялась незначительно. Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что у *B. licheniformis* и *B. thuringiensis* более эффективно функционирует антиоксидантная система защиты. Каталаза участвует в разрушении перекиси водорода, которая активно образуется при воздействии токсичных металлов, включая Cr(VI).

Таблица 1

Ферментативная активность бактерий в присутствии различных концентраций Cr^{6+}

№	Ферменты/Cr^{6+}, мг/л	*B. licheniformis 10*	*B. cereus 17*	*B. thuringiensis 94*
1	Каталаза, контроль	+ +	+	+ +
	67,22	+ +	+ +	+ +
	112,04	+ +	+	+ +
	224,08	+	+	+
2	Амилаза, контроль	+ + +	+	+
	67,22	+ + +	+	+
	112,04	+ +	+	+
	224,08	+	+	-
3	Липаза, контроль	+ + +	+ +	+
	67,22	+ +	+ +	+
	112,04	+ +	+ +	+
	224,08	+	-	+++
4	Целлюлаза, контроль	+ + +	+ +	+
	67,22	++	+	+
	112,04	+	+	+ +
	224,08	-	-	+ +
5	Протеаза, контроль	-	-	-
	67,22	-	+	-
	112,04	+	+	+
	224,08	+	++	+

Примечание: отсутствие активности (−), слабая (+), умеренная (++), высокая (+++).

Максимальная амилазная активность выявлена у *B. licheniformis 10* при 67,22 мг/л, однако с увеличением концентрации хрома наблюдалось постепенное снижение активности (табл.1; рис.2). У *B. cereus 17* активность
оставалась слабой, а у *B. thuringiensis 94* при максимальной концентрации хрома активность полностью отсутствовала. Это указывает на ингибирующее действие ионов хрома на синтез или функционирование гидролитических ферментов углеводного обмена. Вероятно, ионы Cr нарушают конформацию белков и подавляют активность ферментных систем.

Липазная активность у *B. licheniformis 10* была наиболее выраженной и сохранялась даже при высоких концентрациях хрома (табл.1; рис.2). У *B. cereus 17* активность умеренная, тогда как у *B. thuringiensis 94* отмечались колебания активности, включая усиление при 224,08 мг/л. Можно предположить, что липолитические ферменты менее чувствительны к токсическому действию хрома либо их синтез индуцируется стрессовыми условиями.

У всех исследованных штаммов при повышении концентрации хрома отмечалось снижение целлюлазной активности. Особенно выраженное ингибирование наблюдалось у *B. licheniformis 10* и *B. cereus 17*. У *B. thuringiensis 94* при высокой концентрации отмечалось частичное восстановление активности. Следовательно, ионы хрома оказывают различное влияние на ферментативную активность исследованных штаммов бактерий рода *Bacillus* – *Bacillus licheniformis, Bacillus cereus* и *Bacillus thuringiensis.* В целом наблюдаетсядозозависимое изменение активности ферментов, что свидетельствует о чувствительности бактериального метаболизма к действию тяжелых металлов.



Амилазная активность, контроль | Амилазная активность, 112 мг/л | Липазная активность, контроль | Липазная активность, 112 мг/л

Рис.2. Качественный анализ ферментативной активности (амилазы, липазы) бактерий при концентрации шестивалентного хрома 112 мг/л

Протеазная активность оказалась наиболее чувствительной к действию ионов хрома. У *B. licheniformis 10* в контроле активность отсутствовала и лишь незначительно возрастала при некоторых концентрациях. У *B. cereus 17* активность сохранялась на низком уровне, а у *B. thuringiensis 94* изменения были минимальными. Вероятно, протеазы являются наиболее уязвимыми к воздействию тяжелых металлов, поскольку Cr способен связываться с SH-группами белков и нарушать каталитические центры ферментов [18].

Полученные результаты согласуются с литературными сведениями о токсическом действии соединений хрома на микроорганизмы. Известно, что Cr(VI) вызывает окислительный стресс, повреждение белков и изменение активности ферментов. Для штаммов *Bacillus cereus* показано наличие механизмов устойчивости к хрому, включая системы восстановления Cr(VI) до менее токсичного Cr(III), а также экспрессию генов устойчивости chrA. Это может объяснять сохранение ферментативной активности *B. cereus 17* даже при повышенных концентрациях металла [7,10,18].

В литературе отмечается, что внеклеточные ферменты рода *Bacillus* чувствительны к составу среды и присутствию ионов металлов. Для *Bacillus thuringiensis* показано, что синтез металлопротеаз зависит от присутствия ионов Mn^{2+} и Ca^{2+}, а тяжелые металлы могут как ингибировать, так и модифицировать активность ферментов [5,19].

Для *Bacillus licheniformis* ранее было показано, что продукция гидролитических ферментов (амилаз, хитиназ, протеаз) изменяется под влиянием стрессовых факторов среды. Снижение амилазной и целлюлазной активности хорошо согласуется с данными о подавлении углеводного обмена при токсическом действии металлов [20,21]. Кроме того, известно, что тяжелые металлы способны вызывать метаболическую перестройку у бактерий рода *Bacillus*, изменяя работу центральных путей обмена веществ и активность ферментных систем [22,23].

Заключение. В результате проведенного исследования установлено, что шестивалентный хром оказывает выраженное ингибирующее действие на рост и ферментативную активность бактерий рода *Bacillus*. С увеличением концентрации Cr(VI) наблюдалось уменьшение количества колоний, снижение их размеров и подавление интенсивности роста культур, что свидетельствует о токсическом воздействии соединений хрома на клетки микроорганизмов.

Показано, что различные штаммы бактерий обладают неодинаковой устойчивостью к действию Cr(VI). Наиболее устойчивым к ионам хрома оказался штамм *Bacillus cereus* 17, сохранявший относительно стабильный рост и ферментативную активность даже при повышенных концентрациях токсиканта. Это может быть связано с наличием у данного штамма механизмов хромат-резистентности и способности восстанавливать Cr(VI) до менее токсичной формы Cr(III).

Установлено, что воздействие шестивалентного хрома приводит к изменению активности исследованных ферментов. Наиболее устойчивой оказалась каталазная и липазная активность, тогда как амилазы, целлюлазы и особенно протеазы проявляли высокую чувствительность к действию тяжелого металла. Вероятно, ингибирующий эффект Cr(VI) связан с развитием окислительного стресса, повреждением белковых молекул и нарушением структуры каталитических центров ферментов.

Полученные результаты согласуются с современными литературными данными о токсическом действии тяжелых металлов на микроорганизмы и подтверждают

перспективность использования бактерий рода *Bacillus* в качестве объектов для оценки устойчивости микроорганизмов к загрязнению окружающей среды соединениями хрома.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ukhurebor K. E., Aigbe U. O., Onyancha R. B., Nwankwo W., Osibote O.A., Paumo H.K., Ama O. M., Adetunji C. O., Siloko I. U. Effect of hexavalent chromium on the environment and removal techniques: A review, Journal of Environmental Management, Volume 280, 2021, 111809. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111809.

2. Sharma P, Singh SP, Parakh SK, Tong YW. Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. Bioengineered. 2022 Mar;13(3):4923-4938. doi: 10.1080/21655979.2022.2037273.

3. Xiang Z., Wu S., Zhu L., Yang K., Lin D. "Pollution Characteristics and Source Apportionment of Heavy Metal(loid)s in Soil and Groundwater of a Retired Industrial Park," Journal of Environmental Sciences 143 (2024): 23–34.

4. Mohanty C, Das PK, Kaur R, Selvaraj CI. Sustainable strategies for remediation of Cr(VI) contaminated soil and water bodies: exploring the potential of invasive bamboo and its derivatives. Front Plant Sci. 2026 Mar 23;17:1753291. doi: 10.3389/fpls.2026.1753291

5. Wróbel, M., Śliwakowski, W., Kowalczyk, P., Kramkowski, K., & Dobrzyński, J. (2023). Bioremediation of Heavy Metals by the Genus Bacillus. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(6), 4964. https://doi.org/10.3390/ijerph20064964

6. Tiwari P., Bae H. Trends in Harnessing Plant Endophytic microbiome for mitigation of heavy metal toxicity in Plants-a perspective. Plants. 2023;12:1515. doi: 10.3390/plants12071515.

7. Baldiris R, Acosta-Tapia N, Montes A, Hernández J, Vivas-Reyes R. Reduction of Hexavalent Chromium and Detection of Chromate Reductase (ChrR) in Stenotrophomonas maltophilia. Molecules. 2018 Feb 13;23(2):406. doi: 10.3390/molecules23020406.

8. Liu L., Liu R., Wang F., Wu Y., Ge F., Tian J., Li F., Xue S. Cr(VI)-bioremediation mechanism of a novel strain Bacillus sp. Cr02 with simultaneous aerobic/anaerobic reduction for Cr(VI) from soil to groundwater, Journal of Hazardous Materials,Volume 495, 2025, 139034. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.139034.

9. Witkowska, D., Słowik, J., & Chilicka, K. (2021). Heavy Metals and Human Health: Possible Exposure Pathways and the Competition for Protein Binding Sites. Molecules, 26(19), 6060. https://doi.org/10.3390/molecules26196060

10. Husaini AF, Christita M, Rukmana RM, Susilowati A, Vidilaseris K. Reduction of Hexavalent Chromium by Stenotrophomonas and Bacillus. Microbiologyopen. 2026 Apr;15(2):e70286. doi: 10.1002/mbo3.70286.

11. Кадырова Г.Х., Усманкулова А.А., Закирьяева С.И., Каримов Х.Н., Пайзиллоев А.К., Атаджанова Ш.Ш. Скрининг устойчивых к ионам тяжелых металлов почвенных микроорганизмов // Науч.журн. Universum: химия и биология. Россия. 2021. 12(90). С.11-18.

12. A.A.Usmonkulova, G.Kh.Kadirova, I.H.Mardonov, I.M.Khalilov, A.K.Abdullaev Screening of bacteria of the genus Bacillus resistant to various concentrations of heavy metal ions Cu^{2+}, Co^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+} // Uzbek biological journal, Tashkent, 1/2022. P-27-32.

13. Kadirova Gulchekhra Khakimovna, To'raqulova Dilnoza Egamberdiyevna Xromning turli kontsentrasiyalariga rezistent mikroorganizmlar skriningi // TEXNIKA YULDUZLARI, –2023. 2-3 – son, 65-69 бетлар.

14. Лавренчук, Л. С. Микробиология: практикум / Л. С. Лавренчук, А. А. Ермошин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал.федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 107 с.

15. Лысак, В. В. Микробиология. Практикум : пособие / В. В. Лысак, Р. А. Желдакова, О. В. Фомина. – Минск: БГУ, 2015. – 115 с.

16. Кузнецова Е.А. Лабораторный практикум, ОрелГТУ, 2004. –84 с.

17. Василенко, С. Л. Биотехнология прокариот и грибов. Практикум: учеб. - метод. пособие / С. Л. Василенко, В. Е. Мямин, В. В. Лысак. – Минск: БГУ, 2023. – 59 с.

18. Wani PA, Olusebi YK, Wani U, Rafi N, Khan MSA. Role of chromium reductases, antioxidants, and biosorption against oxidative damage of metals by Bacillus cereus. J Basic Microbiol. 2024; 64:2300589. https://doi.org/10.1002/jobm.202300589

19. He B, Helmann JD. Metalation of Extracytoplasmic Proteins and Bacterial Cell Envelope Homeostasis. Annu Rev Microbiol. 2024 Nov;78(1):83-102. doi: 10.1146/annurev-micro-041522-091507.

20. Li, C., Gai, Z., Wang, K., Jin L. Engineering *Bacillus licheniformis* as a thermophilic platform for the production of l-lactic acid from lignocellulose-derived sugars. *Biotechnol Biofuels* 10, 235 (2017). https://doi.org/10.1186/s13068-017-0920-z

21. Syed S, Chinthala P. Heavy Metal Detoxification by Different Bacillus Species Isolated from Solar Salterns. Scientifica (Cairo). 2015; 2015:319760. doi: 10.1155/2015/319760.

22. Farias P, Francisco R, Maccario L, Herschend J, Sørensen SJ, Morais PV. Metabolic response of tellurite resistant Bacillus altitudinis strain 3W19 highlights the potential as a model organism for bioremediation. Sci Rep. 2025 Apr 13;15(1):12745. doi: 10.1038/s41598-025-95321-2.

23 Nnaji, N. D., Anyanwu, C. U., Miri, T., & Onyeaka, H. (2024). Mechanisms of Heavy Metal Tolerance in Bacteria: A Review. Sustainability, 16(24), 11124. https://doi.org/10.3390/su162411124

УДК 582.28:582.661.1(575.144)

ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРОМИЦЕТОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ СЕМЕЙСТВА POLYGONACEAE JUSS. В ЗАРАФШАНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ

Г.Ф.Умурзакова, исследователь, Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд

Г.К.Норимова, заведующая лабораторией, Деновский институт предпринимательства и педагогики, Денов

З.И.Умурзакова, проф., Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд

Аннотация. *В статье изучен видовой состав микромицетов, паразитирующих на представителях семейства Polygonaceae Juss. в условиях Зарафшанского национального природного парка. На растениях Persicaria hydropiper, Polygonum aviculare и Rumex crispus выявлены специализированные патогены мучнисторосяных и ржавчинных грибов. Освещено, что специфический гидрологический режим территории создает благоприятную экологическую среду для активного развития и распространения фитопатогенов.*

Ключевые слова: *Зарафшанский национальный природный парк, Polygonaceae, микромицеты, мучнистая роса, ржавчинный гриб.*

Abstract. *The paper investigates the species composition of micromycetes parasitizing representatives of the Polygonaceae Juss. family under the conditions of the Zarafshon National Nature Park. Specialized pathogens of powdery mildew and rust fungi were identified on the plants Persicaria hydropiper, Polygonum aviculare, and Rumex crispus. It is highlighted that the specific hydrological regime of the territory creates a favorable ecological environment for the active development and spread of phytopathogens.*

Key words: *Zarafshon National Nature Park, Polygonaceae, micromycetes, powdery mildew, rust fungus.*

Введение. На сегодняшний день сохранение биоразнообразия естественных экосистем и оценка их устойчивости в условиях усиливающегося воздействия глобальных изменений климата и антропогенных факторов являются одними из наиболее актуальных проблем современной биологии и экологии. Особое научное значение имеют мониторинг видового состава в экосистемах особо охраняемых природных территорий, а также изучение взаимосвязей между растениями и паразитирующей на них микробиотой. Зарафшанский национальный природный парк служит важным стратегическим и экологическим звеном в сохранении уникальных тугайных экосистем Центральной Азии, в частности Узбекистана [4].

Важной составной частью флоры Зарафшанского национального природного парка является семейство Гречишные — *Polygonaceae* Juss. Представители данного семейства включают в себя ценозообразующие, кормовые, лекарственные и мелиоративные группы растений, имеющие важное значение для экосистемы. Однако биопотенциал и жизнеспособность любых растительных сообществ тесно связаны с комплексом микроскопических грибов — микромицетов, ведущих патогенный или сапротрофный образ жизни. Микромицеты оказывают прямое влияние на баланс экосистемы, ослабляя иммунную систему растений, снижая продуктивность фитомассы и приводя к деградации популяций [4].

Видовой состав, биоэкологические особенности и закономерности распространения микромицетов, встречающихся на представителях семейства *Polygonaceae*, в частности ржавчинных (*Pucciniales*), мучнисторосяных (*Erysiphales*) и других микроскопических грибов, вызывающих пятнистости, в условиях Зарафшанского национального природного парка системно и в полной мере не изучены. Специфический гидрологический режим и микроклимат данной территории создают предпосылки для специализации микромицетов и формирования их новых форм.

Материалы и методы исследования. Данные научные исследования проводились в период 2024–2025 гг. на территории Зарафшанского национального природного парка. В качестве основного объекта исследований были взяты микромицеты, паразитирующие на дикорастущих видах растений семейства *Polygonaceae* Juss. В ходе полевых наблюдений собирался фитопатологический гербарный материал из органов растений с явно выраженными патологическими изменениями и симптомами болезней — листьев, стеблей и элементов цветка.

Научно-исследовательская работа охватывала различные фитоценозы в границах Зарафшанского национального природного парка. В процессе экологического мониторинга были зафиксированы поражения грибными патогенами таких представителей семейства *Polygonaceae*, как *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre, *Polygonum aviculare* L. и *Rumex crispus* L., и отобраны образцы для последующего анализа.

Дальнейший анализ собранного гербарного материала продолжался в лабораторных условиях с использованием микологических и фитопатологических методов. Для уточнения микроморфологических признаков идентифицированных микромицетов из пораженных тканей готовили временные микропрепараты. При этом применялся широко используемый в микросистематике метод «давленой капли» (препарирование путем раздавливания). Кусочек пораженной патогеном ткани помещали на предметное стекло в каплю дистиллированной воды и аккуратно раздавливали под покровным стеклом. Изучение полученных образцов проводилось с помощью современного светового микроскопа (при увеличении в 100 и 400 раз) [1].

Положение выделенных видов грибов в таксономической системе определяли на основе современных микологических определителей, монографических трудов и анализа международных электронных баз данных. Номенклатура грибов и их современный систематический статус выверялись по международным микологическим базам данных *Index Fungorum* и *MycoBank*, а таксономия растений-хозяев формировалась на основе глобальной базы данных *The World Flora Online*.

Результаты исследования. Специфические гидрологические условия и микроклимат тугайной экосистемы Зарафшанского национального природного парка представляют собой благоприятную экологическую среду для развития и распространения фитопатогенных микромицетов. В ходе наших исследований на доминантных видах растений, принадлежащих к семейству *Polygonaceae* Juss., был выявлен ряд специфических специализированных патогенов, относящихся к порядкам мучнисторосяных (*Erysiphales*) и ржавчинных (*Pucciniales*) грибов.

В результате проведенных микологических анализов были идентифицированы следующие виды грибов и их растения-хозяева. При наблюдении за фитоценозами растения *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre на его надземных вегетативных органах (преимущественно на листьях и молодых стеблях) было зафиксировано появление микромицета *Sphaerotheca pannosa* var. *persicae* Woron., вызывающего мучнистую росу. Установлено, что мицелий гриба образует на поверхности листьев беловато-серый налет, что приводит к угнетению фотосинтетической деятельности и преждевременному высыханию растения. Регистрация данной вариации вида на представителе семейства *Polygonaceae* свидетельствует о его широкой экологической адаптации в условиях национального парка [2].

Выявлено, что *Polygonum aviculare* L. является одним из видов, наиболее сильно поражаемых микромицетами на территории Зарафшанского национального природного парка. На данном растении-хозяине параллельно были обнаружены две важные группы патогенов. Форма мучнисторосяного гриба *Erysiphe polygoni* f. *polygoni* активизируется преимущественно во второй половине вегетации, образуя плотный белый мучнистый налет на обеих сторонах листовой пластинки. Представитель ржавчинных грибов *Uromyces polygoni-avicularіae* (Pers.) P. Karst. проявляется в виде буро-коричневых пустул на стеблях и листьях растения. Одновременное присутствие двух разных типов патогенов (мучнистой росы и ржавчины) в популяции одного и того же растения-хозяина указывает на высокую

инфекционную нагрузку на *Polygonum aviculare* в фитоценозах Зарафшанского национального природного парка [2,3].

На растении *Rumex crispus* L. отмечен специализированный мучнисторосяный патоген — *Erysiphe polygoni* f. *rumicis*. Гриб распространяется в основном на листьях нижнего яруса, со временем поражая все растение целиком. Наблюдения показывают, что влажные прибрежные участки национального парка создают оптимальные условия для спорообразования данного патогена [2].



Рис. 1. Микромицеты, встречающиеся на представителях семейства *Polygonaceae* Juss. в Зарафшанском национальном природном парке. 1,2 — *Uromyces polygoni-avicularіae*, 3 — *Erysiphe polygoni* f. *polygoni*, 4,5 — *Sphaerotheca pannosa* var. *persicae*, 6,7 — *Erysiphe polygoni* f. *rumicis*.

Результаты исследования показывают, что среди паразитических форм микромицетов на представителях семейства *Polygonaceae* в Зарафшанском национальном природном парке по количественным показателям доминируют представители порядка мучнисторосяных (*Erysiphales*). Выявленные виды и их специализированные формы (f. *polygoni*, f. *rumicis*) доказывают высокую степень эволюционной адаптации патогенов к растению-хозяину.

Заключение. В результате изучения видового состава и закономерностей распространения микромицетов, встречающихся на доминантных группах растений семейства *Polygonaceae* Juss. в условиях Зарафшанского национального природного парка, был сделан ряд важных научных и практических выводов. Установлено, что специфический тугайный микроклимат и гидрологический режим с повышенной влажностью национального парка создают оптимальные экологические условия для активного развития и споруляции фитопатогенных микромицетов, особенно представителей порядков мучнисторосяных (*Erysiphales*) и ржавчинных (*Pucciniales*). Микромицеты, зарегистрированные на исследуемых растениях *Persicaria hydropiper*, *Polygonum aviculare* и *Rumex crispus*, отличаются узкой трофической специализацией. Наглядным примером тому служат такие специализированные формы, как *Erysiphe polygoni* f. *polygoni* и *Erysiphe polygoni* f. *rumicis*, а также высокие

адаптивные свойства вариации *Sphaerotheca pannosa* var. *persicae*, обнаруженной на горце перечном (водяном перце). Особое значение имеет то, что в растительных сообществах *Polygonum aviculare* параллельно встречаются как мучнистая роса, так и ржавчинный гриб *Uromyces polygoni-avicularіae*, образуя единый микокомплекс. Это свидетельствует о высокой инфекционной (патогенной) нагрузке в фитоценозах национального парка и оказывает негативное влияние на биологическую устойчивость популяций растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дудка И.А., Вассер С.П. Элланская И.А. Методы эксперименталной микологии: Справочник / Под. ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова Думка, 1982. – 549 с.

2. Гапоненко Н.И., Ахмедова Ф.Г., Рамазанова С.С., Сагдуллаева M.Sh., Киргизбаева Х.М. Флора грибов Узбекистана. Т. I. Мучнисторосяные грибы. – Ташкент: Фан. 1983. – 352 с.

3. Рамазанова С.С., Файзиева Ф.Х., Сагдуллаева М.Ш., Киргизбаева Х.М., Гапоненко Н.И. Флора грибов Узбекистана. Т. III., Ржавчинные грибы. – Ташкент: Фан. 1986. - 229 с.

4. Kabulova F, Valiev Sh, Jumakulova N, Atayeva Sh (2025) Annotated list of vascular plants of Zarafshan National Natural Park (Uzbekistan). Acta Biologica Sibirica 11: 109–135. https://doi.org/10.5281/zenodo.14810209

5. https://www.mycobank.org/

6. https://www.indexfungorum.org/names/names.asp

7. https://powo.science.kew.org/

UO'K 666.942:543.4(075.8)

MAHALLIY XOM ASHYO ASOSIDAGI GIBRID MINERAL QO'SHIMCHALI PORTLANDTSEMENTNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI

F.B.Atabayev, t.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent
G.B.Begjanova, t.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent
G.R.Tursunova, PhD, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent
Z.B.Yaqubjonova, PhD, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Maqolada mahalliy xom ashyo asosidagi gibrid mineral qo'shimcha (termoaktivlangan mineral qo'shimcha, kvars-dala shpati qumi, apobazalt-ortoslanets va ohaktosh) bilan tayyorlangan portlandtsementning pussolan faolligi, gidratatsiya kinetikasi va fizik-mexanik xususiyatlari natijalari keltirilgan. Klinkerni 20% gacha gibrid qo'shimcha bilan almashtirish 28 sutkalik mustahkamlikni kamaytirmasligi isbotlangan.*

Kalit so'zlar: *kompozitsion portlandtsement, gibrid mineral qo'shimcha, pussolan faollik, gidratatsiya, mustahkamlik.*

Аннотация. *В статье приведены результаты исследования пуццолановой активности, кинетики гидратации и физико-механических свойств портландцемента с гибридной минеральной добавкой на основе местного сырья. Доказано, что замена до 20% клинкера гибридной добавкой не снижает прочность цемента в возрасте 28 суток.*

Ключевые слова: *композиционный портландцемент, гибридная добавка, пуццолановая активность, гидратация, прочность.*

Abstract. *The article presents results on pozzolanic activity, hydration kinetics and physico-mechanical properties of Portland cement with a hybrid mineral additive based on local raw materials. Replacing up to 20% of clinker with the hybrid additive does not reduce the 28-day strength.*

Key words: *composite Portland cement, hybrid mineral additive, pozzolanic activity, hydration, strength.*

Kirish. Hozirgi kunda sement ishlab chiqarishda tabiiy va texnogen faol mineral qo'shimchalar keng qo'llanilmoqda. Klinker qismini mineral qo'shimchalar bilan almashtirish energiya sarfini va CO_2 chiqindilarini kamaytirish imkonini beradi [1–2]. Kompozitsion portlandtsement — klinker, gips tosh va bir necha mineral komponentdan iborat qo'shimchani birgalikda maydalash yo'li bilan olinadigan bog'lovchi hisoblanadi, u GOST 31108-2020 talablariga muvofiq tartibga solinadi [3–4]. Ayniqsa gibrid (ko'p komponentli) qo'shimchalar sinergetik samara berishi bilan ahamiyatli [5–9].

Tadqiqot ob'yektlari va metodlari. Tadqiqot uchun quyidagi mahalliy xom ashyolar tanlandi: 800–850°C da tuffit va slanets aralashmasini kuydirish yo'li bilan olingan termoaktivlangan mineral qo'shimcha (TAMQ); kvars-dala shpati qumi (KDShQ); apobazalt-ortoslanets (ABOS); ohaktosh. (1-jadval).

1-jadval.

Tadqiq qilingan qo'shimchalarning kimyoviy tarkibi, %

Qo'shimcha turi	K.y.y	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	qoldiq
KDShQ	1,51	88,72	1,60	1,99	0,83	0,90	0,44	4,01
ABOS	9,47	46,61	14,91	8,20	8,76	3,79	0,30	5,80
TAMQ	16,14	51,45	8,62	2,39	12,00	2,20	0,58	6,62
Ohaktosh	39,61	4,99	1,33	0,47	50,28	2,72	0,20	0.40

GOST 31108-2020 asosida quyidagi shixtalar tayyorlandi: 1-tarkib — 75% klinker + 12% ohaktosh + 3% TAMQ + 5% ABOS + 5% gips tosh; 2-tarkib — 75% klinker + 12% ohaktosh + 3%

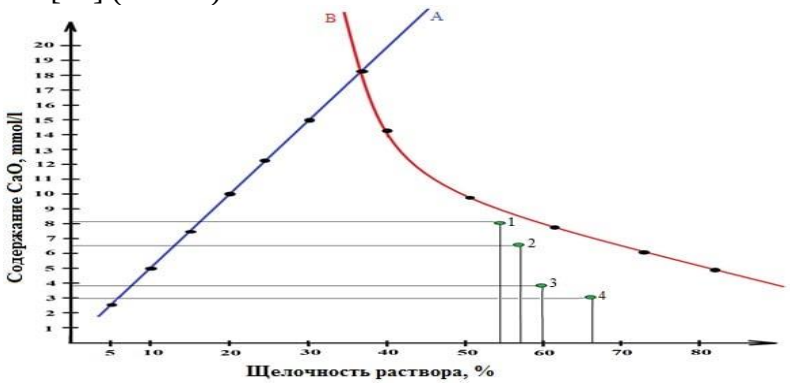
TAMQ + 5% KDShQ + 5% gips tosh. Fizik-mexanik xususiyatlar (qovushqoqlik, tishlashish muddati, mustahkamlik 40×40×160 mm prizmalarda) standart usullar bo‘yicha, gidratatsiya kinetikasi esa 2, 3, 7, 28 va 90 sutkalardagi kimyoviy bog‘langan suv miqdoriga ko‘ra baholandi (2-jadval).

2-jadval.

Gibrid qo‘shimchali portlandtsementlarning fizik-mexanik xususiyatlari (PS-KD20)

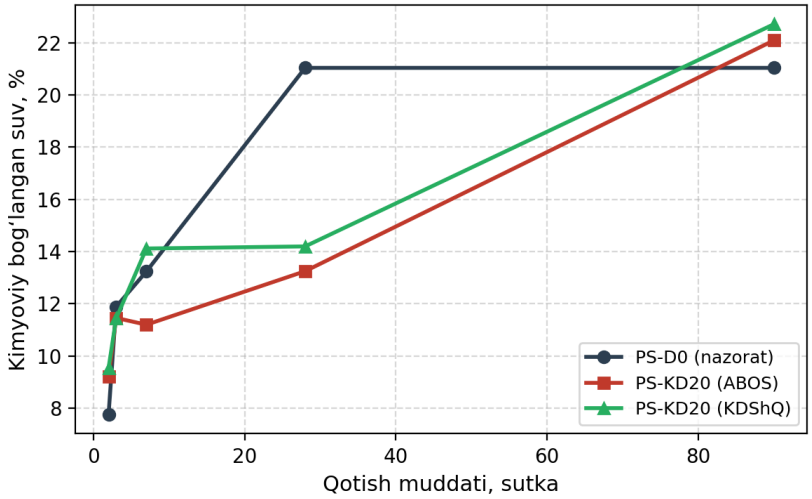
№	Sement	Maydal ash, min	N.Q., %	Tishlashish muddati boshi	Tishlashish muddati oxiri	3 kun, MPa	28 kun, MPa
1	ЦЕМ I	30	25,7	3-20	5-00	5,6/21,4	6,2/40,2
2	ЦЕМ II/A-K	20	27,0	2-40	5-00	4,65/21,4	7,25/41,0

Natijalar va ularning muhokamasi. Pussolan faollikni o‘rganish barcha qo‘shimchalarning $Ca(OH)_2$ yutish qobiliyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Eng yuqori faollikni TAMQ namoyon qildi (CaO = 3,86 mmol/l suyuq fazada), eng pasti — KDShQda (CaO = 8,39 mmol/l) [10–11]. Faollikning kamayish tartibi: TAMQ → ABOS → KDShQ → ohaktosh. Ohaktosh past gidravlik faollikka ega bo‘lsa-da, alyuminat fazalar bilan ta‘sirlashib gidrokarboalyuminat hosil qiladi va suyuq faza ishqorligini oshiradi [12] (1-rasm).



1-rasm. Mineral qo`shimchalarning pussalon aktivligi

Kompozitsion sementning normal qovushqoqligi nazoratdan biroz yuqori, bu ohaktosh va TAMQning plastiklashtiruvchi ta‘siri bilan izohlanadi. Tishlashishning boshlanishi tezlashadi, oxiri esa GOST 31108 talablariga muvofiq normativ muddatlarda kuzatiladi [13]. Tajriba sementining 28 sutkalik siqilishdagi mustahkamligi nazorat namunasidan 0,8 MPaga yuqori — bu klinkerning 20%ga kamayishiga qaramay gibrid qo‘shimchaning samaraliligini tasdiqlaydi. Gidratatsiya kinetikasini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, erta bosqichlarda (2–3 sutka) gibrid qo‘shimchali namunalar nisbatan ko‘proq suv bog‘lab, klinker minerallarining tezroq gidratlanishini ko‘rsatadi. 90 sutkaga kelib kimyoviy bog‘langan suv miqdori ЦЕМ I ko‘rsatkichidan oshib ketadi [8] (2-rasm). Elektron mikroskopik tadqiqotlar 28 sutkalik qotishda past g‘ovaklilik, kristall agregatlarning zich joylashuvi va gidrosilikat yangi hosilalarning bir tekis taqsimlanishini tasdiqladi [9].



Xulosa. "Ohaktosh + TAMQ + alyumosilikat komponent" tarkibidagi gibrid mineral qo'shimchadan 20% gacha foydalanish ЦЕМ II 32,5 MPa darajasidagi mustahkamlikka ega portlandtsement olish imkonini beradi. Barcha tadqiq qilingan qo'shimchalar pussolan faollikka ega bo'lib, eng yuqori faollik TAMQda kuzatildi. Qotishning erta bosqichlarida gidratatsiya tezlashishi va keyinchalik mustahkamlikning izchil o'sishi aniqlandi. Ishning amaliy ahamiyati — klinker sarfini 20%ga kamaytirish, energiya tejash va mahalliy xom ashyo resurslaridan oqilona foydalanish imkoniyatidadir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Scrivener K.L., John V.M., Gartner E.M. Eco-efficient cements // Cement and Concrete Research. 2018. Vol. 114. P. 2–26.

2. Lothenbach B., Scrivener K., Hooton R.D. Supplementary cementitious materials // Cement and Concrete Research. 2011. Vol. 41. № 12. P. 1244–1256.

3. Schneider M., Romer M., Tschudin M., Bolio H. Sustainable cement production // Cement and Concrete Research. 2011. Vol. 41. № 7. P. 642–650.

4. Antoni M., Rossen J., Martirena F., Scrivener K. Cement substitution by metakaolin and limestone // Cement and Concrete Research. 2012. Vol. 42. № 12. P. 1579–1589.

5. Deschner F., Winnefeld F., Lothenbach B. et al. Hydration of Portland cement with siliceous fly ash // Cement and Concrete Research. 2012. Vol. 42. № 10. P. 1389–1400.

6. Vance K., Aguayo M., Dakhane A., Neithalath N. Hydration in ternary Portland cements with limestone and fly ash // Cement and Concrete Composites. 2013. Vol. 39. P. 93–103.

7. Kunther W., Skibsted J. Thermodynamic modelling of cement blended with calcined clay and limestone // Cement and Concrete Research. 2016. Vol. 86. P. 29–41.

8. Scrivener K., Martirena F., Bishnoi S., Maity S. Calcined clay limestone cements (LC3) // Cement and Concrete Research. 2018. Vol. 114. P. 49–56.

9. Matschei T., Lothenbach B., Glasser F.P. The role of calcium carbonate in cement hydration // Cement and Concrete Research. 2007. Vol. 37. № 4. P. 551–558.

10. De Weerdt K., Kjellsen K.O., Sellevold E., Justnes H. Synergy between fly ash and limestone powder // Cement and Concrete Composites. 2011. Vol. 33. № 1. P. 30–38.

11. Lothenbach B., Le Saout G., Gallucci E., Scrivener K. Influence of limestone on hydration of Portland cements // Cement and Concrete Research. 2008. Vol. 38. № 6. P. 848–860.

12. Avet F., Snellings R., Alujas A., Ben Haha M., Scrivener K. Rapid ammonium sulfate test for calcined kaolinitic clays // Cement and Concrete Research. 2016. Vol. 85. P. 1–11.

13. Bentz D.P., Ferraris C.F., Jones S.Z., Lootens D., Zunino F. Limestone and silica powder replacements for cement // Cement and Concrete Composites. 2017. Vol. 78. P. 43–56.

UO'K 661.183.6

TABIIY MINERAL ASOSIDA AMALIY FOYDALANISH UCHUN ISTIQBOLLI BO'LGAN FOJAZIT SEOLITINING SINTETIK ANALOGI- NaX SINTEZI

N.N.Dexkanova, dots., Farg'ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti, Farg'ona
ORCID-0009-0009-9558-7687
Z.A.Nurullayeva, talaba, Farg'ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti, Farg'ona

Annotatsiya*. Tadqiqot ishida ko'mir tarkibidagi alyumosilikatlar asosida amaliy foydalanish uchun istiqbolli bo'lgan fojazit seolitining sintetik analogi hisoblangan NaX seoliti sintezi jarayonining kristallanish tezligi va selektivligiga turli omillarning ta'siri o'rganildi. Boshlang'ich material sifatida Angren ko'mir konlarida qazib olinadigan ko'mir uchuvchan kulidan foydalanildi. Kristallanish jarayoni zanglamaydigan po'latdan yasalgan, hajmi 100 ml bo'lgan PPL tipidagi avtoklavlarda gidrotermal usulda amalga oshirildi. Reaksiya mahsulotlarining kimyoviy tarkibi va strukturasi rentgen fazaviy, IQ-spektral, DTG va DTA usullari, elementli tahlil usullari hamda mikroskopiya yordamida o'rganildi. Shuningdek, NaX seolitini sintez qilish jarayoniga harorat, ishqor eritmasining konsentratsiyasi, kristallanish davomiyligi va "eskirish" (yaroqli muddatining tugashi) bosqichining ta'siri ko'rib chiqildi.*

Kalit so'zlar. *NaX seoliti, gidrotermal kristallanish, IQ-spektral usul, ko'mir uchuvchan kuli, energiya-dispersion rentgen spektroskopiyasi.*

Аннотация. *В данной исследовательской работе изучалось влияние различных факторов на скорость кристаллизации и селективность процесса синтеза цеолита NaX, являющегося синтетическим аналогом фажазитового цеолита, перспективного для*

практического применения на основе алюмосиликатов на основе угля. В качестве исходного материала использовалась зола-унос, добываемая на угольных месторождениях Ангрен. Процесс кристаллизации проводился гидротермальным методом в автоклавах из нержавеющей стали типа PPL объемом 100 мл. Химический состав и структура продуктов реакции изучались с помощью рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии, методами ДТГ и ДТА, а также элементного анализа и микроскопии. Также рассматривалось влияние температуры, концентрации щелочного раствора, продолжительности кристаллизации и стадии «старения» (истекания) на процесс синтеза цеолита NaX.

Ключевые слова: *цеолит NaX, гидротермальная кристаллизация, ИК-спектральный метод, зола-унос угля, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия.*

Abstract. *This study investigated the influence of various factors on the crystallization rate and selectivity of the synthesis of NaX zeolite—a synthetic analogue of faujasite zeolite with promising practical applications—derived from coal-based aluminosilicates. Fly ash from the Angren coal deposits was used as the starting material. The crystallization process was carried out hydrothermally using 100 mL stainless-steel autoclaves with PPL liners. The chemical composition and structure of the reaction products were investigated using X-ray phase analysis, IR spectroscopy, DTG and DTA methods, as well as elemental analysis and microscopy. The effects of temperature, alkaline solution concentration, crystallization duration, and the "aging" (maturation) stage on the NaX zeolite synthesis process were also examined.*

Keywords: *NaX zeolite, hydrothermal crystallization, IR spectroscopy, coal fly ash, energy-dispersive X-ray spectroscopy.*

Kirish. Seolitlarning adsorbsion qobiliyati, suvni tozalash, koagulyatsion faolligi, membranali ajralishi, mikroblarga qarshi faolligi kabi xususiyatlari ularning g‘ovakligi va strukturaviy xilma-xilligi bilan bog‘liq bo‘lib, keng qo‘llanilishiga olib keldi. NaX seoliti adsorbentdan [1] tortib katalizatorgacha keng qo‘llaniladigan amaliy ahamiyatga ega minerallardan biridir. Fojazitlar asosidagi katalizatorlar sintezi jahonning asosiy katalizator ishlab chiqarishlaridan biridir. Tabiiy analoglariga nisbatan ularning sorbsion sig‘imini boshqarish imkoniyati yuqori bo‘lib, og‘ir metall ionlarini selektiv ushlab qolish samaradorligi bilan ajralib turadi. Xususan, Cr^{3+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+} va Cd^{2+} ionlarini suvli muhitdan chiqarib tashlashda sintetik seolitlardan foydalanish ekologik tozalash jarayonlari uchun muhim amaliy ahamiyatga ega.

Neft-kimyosi yo‘nalishida seolitlar uglevodorodlarni katalitik kreking va alkillash jarayonlarida faol komponent yoki katalitik tashuvchi sifatida qo‘llaniladi. Atrof-muhit muhofazasida esa zararli ionlar va molekulalarni sorbsiyalash, suv hamda gaz oqimlarini tozalash jarayonlarida samarali material vazifasini bajaradi. Bundan tashqari, seolitlarning biologik tizimlar bilan bog‘liq qo‘llanilish imkoniyatlari ularni biotibbiyot va farmatsevtik texnologiyalar uchun ham istiqbolli material sifatida baholashga asos bo‘ladi [2].

Adabiyotlar tahlili. X seolitining tuzilishi 24 ta tetraedrik kubooktaedrik birliklardan (sodalit bo‘shliqlari) iborat bo‘lib, ular olti burchakli prizmalar (qo‘sh olti burchakli halqalar) orqali bog‘langan holda, uch o‘lchamli g‘ovak strukturani hosil qiladi [3]. Ilmiy adabiyotlarni o‘rganar ekanmiz, X seolitining qo‘llanish sohasi keng ekanligini hisobga olib, ishonch bilan aytish mumkinki, uni turli manbalardan sintez qilish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan [4]. Bir qator olimlar olib borgan ishlarda X seolitini sintez qilish manbai sifatida sanoat chiqindilari [5] qo‘llaniladi, shuningdek, bu mineral bazaltdan, alyuminat va silikat eritmalarini aralashtirish orqali [6], uchuvchi kuldan va boshqa moddalardan olingan. Hozirgi kunda seolitlar kimyosini fundamental tadqiq etishning muhim yo‘nalishlaridan biri ularni sintez qilishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish va ulardan foydalanish sohalarini kengaytirish, jumladan, mahalliy mineral xomashyodan foydalangan holda seolit X ning kristallanish xususiyatlarini o‘rganishdan iborat. Tabiiy minerallar asosida seolitlar sintezi sohasida tadqiqotlar olib borish seolitlar kimyosining istiqbolli va dolzarb vazifasi hisoblanadi. Tadqiqotlar ham amaliy, ham ilmiy ahamiyatga ega, chunki, bir tomondan, bu respublikaning mineral xomashyosidan foydalanishga yordam beradi, ikkinchi tomondan, keyingi

tadqiqotlar uchun ilmiy asos yaratadi, chunki bu natijalar turli strukturaviy turdagi seolitlarni sintez qilishda yangi tizimlarni takomillashtirishga xizmat qilishi mumkin.

Natijalar metodologiyasi. X tipidagi seolit tabiiy fajazit seolitining sintetik analogi bo‘lib, u quyidagi murakkab kimyoviy tarkibga ega ((Ca,Mg,Na2)29(H2O)240[Al58Si134O384]). Fojazit noyob seolitlardan hisoblanadi, uning sintetik analoglari X va Y asosan adsorbentlar va katalizatorlar sifatida ishlatiladi. X va Y sintetik analoglari Si/Al atom nisbati bilan bir-biridan farqlanadi. X seoliti uchun Si/Al atom nisbati 1-1,5 oralig‘ida, Y seoliti uchun esa bu ko‘rsatkich yuqoriroq bo‘ladi. Seolitlarning barqarorligi uchun Si/Al nisbati yuqori bo‘lishi zarur.

Uchuvchi kul tarkibiy jihatdan murakkab mineral tizim bo‘lib, uning tarkibida 316 ta individual mineral va 188 ta mineral guruh mavjudligi qayd etilgan [7]. Bunday xilma-xillik ko‘mirning geologik kelib chiqishi, yonish jarayonining sharoitlari hamda hosil bo‘lgan kulning sovish tezligi bilan bog‘liq. Shunga qaramay, turli manbalardan olingan uchuvchi kullarning asosiy tarkibiy qismlarini kremniy dioksidi (SiO_2), alyuminiy oksidi (Al_2O_3) va kalsiy oksidi (CaO) tashkil etadi. SiO_2 kul tarkibida amorf va kristall holatlarda uchrashi mumkin. Mazkur oksidlarning miqdoriy nisbati uchuvchi kulning mineralogik tabiati, kimyoviy faolligi hamda keyingi texnologik qayta ishlash imkoniyatlarini belgilaydi.

Uchuvchi kulning kimyoviy xususiyatlarini baholashda muhitning pH qiymati va Ca/S nisbatining ahamiyati katta. Ushbu ko‘rsatkichlarga asoslangan holda kulni kislotali, kuchsiz ishqoriy va kuchli ishqoriy turlarga ajratish mumkin. Jumladan, pH 1,2–7,0 oralig‘idagi materiallar kislotali, pH 8-9 bo‘lgan namunalar kuchsiz ishqoriy, pH 11-13 qiymatga ega materiallar esa kuchli ishqoriy kul sifatida tavsiflanadi [8]. Muhitning bunday farqlanishi, avvalo, kul tarkibidagi kalsiy birikmalari, sulfatlar va boshqa ishqoriy komponentlarning miqdori bilan belgilanadi.

Uchuvchi kulning tarkibi va xossalari foydalanilgan ko‘mirning metamorfizm darajasi va turiga ham bevosita bog‘liq. Ko‘mirlar odatda antratsit, bitumli, subbitumli va qo‘ng‘ir ko‘mir guruhlariga ajratiladi. Bitumli ko‘mirni yoqishdan hosil bo‘lgan kulning asosiy mineral komponentlarini SiO_2, Al_2O_3, temir oksidlari va kalsiy birikmalari tashkil qiladi. Bunday kul tarkibida yonmay qolgan uglerod ham turli miqdorlarda saqlanadi. Subbitumli va qo‘ng‘ir ko‘mir kullarida esa CaO va MgO miqdori nisbatan yuqori, SiO_2 hamda temir oksidlarining ulushi esa bitumli ko‘mir kuliga qaraganda past bo‘ladi. Shu bilan birga, ulardagi qoldiq uglerod miqdori ham odatda kamroq bo‘ladi [9].

Antratsitning energetik qurilmalarda yoqilishi nisbatan kam uchrashi sababli undan hosil bo‘ladigan uchuvchi kul miqdori ham boshqa ko‘mir turlariga nisbatan cheklangan. Demak, kulning kimyoviy tarkibini faqat ko‘mir turiga asoslanib baholash yetarli emas. Uning xususiyatlariga yoqish qurilmasining konstruksiyasi, yonish harorati va davomiyligi, ko‘mir zarrachalarining o‘lchami hamda tutun gazlarini tozalash texnologiyasi ham sezilarli ta‘sir ko'rsatadi. Shu sababli turli issiqlik elektr stansiyalaridan olingan bir xil turdagi ko‘mir kullari ham tarkib va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari bo‘yicha farqlanishi mumkin.

Natijalar va muhokama. 100% kristallik darajasiga ega bo‘lgan bir fazali NaX seolitini sintez qilishning gidrotermal kristallanish jarayoni 100-120°C haroratda, kristallanish vaqti 24 soat hamda NaOH ning kontsentrasiyasi 2M li bo‘lgan kristallanish eritmasi yordamida o‘rganildi. Sintezning optimal sharoitlari buzilganda jarayonning selektivligi pasayib, boshqa seolitlar, alyumosilikatlar yoki ularning aralashmalari hosil bo‘lishi ko'rsatilgan. Jarayon 1 sutkadan 3 sutkagacha bo‘lgan vaqt oralig'ida o‘rganilgan. Aniqlanishicha, davomiylikning ortishi NaX seolitining chiziqli kristallanish tezligini oshiradi.

NaX seoliti ko‘mirning uchuvchi kulidan gidrotermal usulda sintez qilindi. Gidrotermik sintez zanglamaydigan po‘latdan yasalgan, hajmi 100 ml bo‘lgan PPL tipidagi gidrotermik reaktorlarda/avtoklavlarda o‘tkazildi. Qattiq fazaning suyuq fazaga nisbati 1:5. NaX seolitining sintezi NaOH kristallanish eritmasida o‘tkazildi. NaX seolitining gidrotermal sintezi bo‘yicha tajribalar 100-120°C haroratda, NaOH kontsentrasiyasi 2 M va ishlov berish vaqti 24 soat bo‘lgan holda o‘tkazildi. Boshlang‘ich mineral va sintez qilingan fazalarni aniqlash rentgen fazaviy, elementli tahlil va skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usullari yordamida amalga oshirildi. Shuningdek, olingan namunalar tarkibi Xitoyning AL-27 MINI rentgen difraktometrik analizatori qurilmasi (CuKα-nurlanish) 2θ=10-70° diapazonida o‘rganildi. Skanerlash tezligi 0,040 qadamda

40/min ni tashkil etdi. Ishchi kuchlanish va tok kuchi mos ravishda 30 kv va 10 ma edi. Fure-IQ spektrlari Yaponiyaning "Shimadzu" kompaniyasining QATR-S qo‘shimchasi bilan jihozlangan IRSpirit-T IQ -spektrometrida 400-4000 sm-1 chastota diapazonida

4 sm-1 aniqlikda qayd etildi. Atmosfera buzilishlarini bartaraf etish uchun har bir yozuvdan oldin fonni to‘g‘rilash amalga oshirildi. Boshlang‘ich materiallar va reaksiya mahsulotlarining skanerlovchi elektron mikroskopiyasi Koreyada ishlab chiqarilgan SNE Aplha -SEM yuqori aniqlikdagi mikroskopida (100-100 000 marta kattalashtirish imkonini beradi) o‘tkazildi. Elementlar tahlili "Brucker X-Flash 6-EDS" (ishlab chiquvchi Germaniya) apparatida o‘tkazildi.

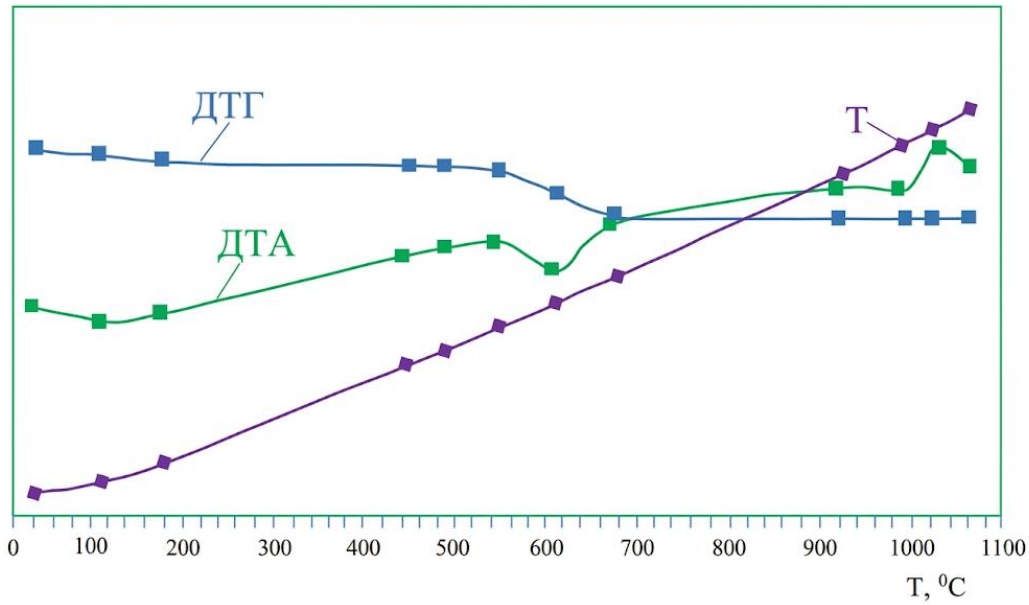
Tadqiqot uchun olingan ko‘mir kulining kimyoviy tarkibi oksidlar bo‘yicha quyidagi qiymatlarni tashkil etdi.

Ko‘mir kulining kimyoviy tarkibi

№	Kimyoviy tarkibi	Miqdori, %
1	SiO_2	32,5
2	Al_2O_3	21,5
3	Fe_2O_3	15,0
4	CaO	24,0
5	MgO	3,5
6	$K_2O + Na_2O$	3,5
Jami		**100,0**

Tahliliy izoh: Olingan natijalarga ko‘ra, ko‘mir kulining asosiy qismini SiO_2 (32,5 %), CaO (24,0 %) va Al_2O_3 (21,5 %) tashkil etadi. SiO_2 va Al_2O_3 ning umumiy miqdori 54,0% bo‘lib, ular alumosilikat asosli materiallar, xususan, seolit sintezi uchun muhim tarkibiy komponentlar hisoblanadi. Fe_2O_3 ning 15,0 % miqdorda mavjudligi kulning mineral tarkibiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. CaO miqdorining nisbatan yuqoriligi esa kulning kalsiyli xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. MgO hamda ishqoriy metall oksidlarining ($K_2O + Na_2O$) umumiy miqdori mos ravishda 3,5 % ni tashkil etadi.

Seolit sintezi nuqtai nazaridan, kul tarkibidagi SiO_2 va Al_2O_3 miqdorlarining yetarlicha yuqori bo‘lishi uni NaX tipidagi seolit olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi. Bunda xomashyoni ishqoriy faollashtirish orqali kremniy va alyuminiyning reaktiv shakllarini hosil qilish hamda keyingi gidrotermal ishlov berish jarayonida alumosilikat seolit karkasini shakllantirish mumkin.



1-rasm. Ko‘mir kulini DTG va DTA usullari yordamida o‘rganish

Ko‘mir kulining termik xususiyatlari hamda qizdirish jarayonida yuz beradigan strukturaviy o‘zgarishlarni aniqlashda DTA va DTG usullaridan foydalanish materialning keyingi faollashtirish jarayonini asoslash imkonini beradi. DTA egri chizig‘ida kuzatiladigan termik effektlar ko‘mir kulining tarkibidagi mineral komponentlarning harorat ta’sirida parchalanishi, strukturaviy qayta

tashkil topishi va uchuvchan komponentlarning ajralishi bilan bog‘liq. DTG egri chizig‘idagi massa kamayishlari esa ushbu jarayonlarning harorat bo‘yicha kechish intensivligini miqdoriy jihatdan tavsiflaydi.

Ko‘mir kulining tarkibida SiO_2 va Al_2O_3 ning sezilarli miqdorda mavjudligi uning alumosilikat tabiatini belgilaydi. Biroq ushbu komponentlarning bir qismi kristall fazalar, xususan, kvars va alyumosilikat minerallari tarkibida bo‘lib, ularning reaktivligi amorf komponentlarga nisbatan past bo‘ladi. Shu sababli ko‘mir kulini NaX seoliti sintezida bevosita xomashyo sifatida qo‘llashdan oldin uning tarkibidagi kremniy va alyuminiy birikmalarini faol holatga o‘tkazish muhim hisoblanadi.

Ko‘mir kuliga NaOH bilan ishqoriy ishlov berish natijasida uning tarkibidagi reaktiv Si va Al komponentlari ishqoriy muhitda qayta tashkil topadi. Mazkur jarayonda kremniyli komponentlarning eruvchan natriy silikat, alyuminiyli komponentlarning esa natriy alyuminat shakllariga o‘tishi uchun sharoit yaratiladi. Natijada dastlabki kulning murakkab mineral tuzilmasi qisman buzilib, seolit sintezi uchun zarur bo‘lgan reaktiv alumosilikat muhit shakllanadi.

NaOH bilan faollashtirilgan ko‘mir kulining strukturaviy holatidagi o‘zgarishlarni XPA yordamida baholash mumkin. Dastlabki ko‘mir kulida mavjud bo‘lgan kristall fazalarning intensivligi ishqoriy ishlovdan keyin kamayishi yoki ayrim fazalarning yo‘qolishi kremniy va alyuminiy komponentlarining ishqor bilan o‘zaro ta’sirlashganini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, yangi hosil bo‘lgan natriyli alumosilikat birikmalar keyingi gidrotermal bosqichda NaX seolitining kristallanishi uchun boshlang‘ich struktura vazifasini bajaradi.

Ko‘mir kulining NaOH bilan faollashtirilishidan keyingi adsorbsion xususiyatlari ham uning strukturaviy o‘zgarishlarini baholashda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Suv bug‘i, benzol va geptan kabi adsorbatlardan foydalanish materialning mikro- va mezog‘ovak tuzilmasidagi o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi. Dastlabki ko‘mir kulining adsorbsion sig‘imi uning mineral tarkibi, zarracha dispersligi va mavjud g‘ovaklarning tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi. NaOH bilan ishlov berish esa mineral komponentlarning qisman erishi va qayta cho‘kishi natijasida sirtning kimyoviy holati hamda g‘ovaklik parametrlarining o‘zgarishiga olib keladi.

Xulosa. Seolitlarni sintez qilish uchun tabiiy minerallardan foydalanish ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi, bu esa ularni keng ko‘lamda sanoat yo‘li bilan ishlab chiqarishga imkon beradi. Yaqin kelajakda seolit sintez qilish usullarini takomillashtirish, sintezda yangi tizimlarni joriy etish arzonroq va samaraliroq katalizatorlar, adsorbentlar yaratishning yangi yo‘llarini ochishga xizmat qiladi. X seolitining amaliy ahamiyatini hisobga olgan holda, uni O‘zbekistonning mineral resurslari asosida o‘rtacha sharoitlarda, kamroq miqdordagi kimyoviy reagentlar ishtirokida sintez qilish, gidrotermal kristallanish jarayonini yanada qulay va tejamkor qilish maqsadini qo‘ydik. Shunday qilib, ushbu tadqiqot O‘zbekistonning mineral resurslaridan foydalangan holda 100% kristall X seolitini sintez qilish texnologiyasini o‘rganish, harorat, ishqorli termal eritmaning konsentratsiyasi, sintez jarayonning tezligi, uning davomiyligi va selektivligiga ta’sirini o‘rganish, shuningdek, seolitni olish uchun maqbul sharoitlarni yaratishga bag‘ishlangan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Yilmaz, B., Muller, U., 2009. Catalytic applications of zeolites in chemical industry. Top. Catal. 52, 888–895

2. S.V. Vassilev, C.G. Vassileva, A new approach for the classification of coal fly ashes based on their origin, composition, properties, and behaviour, Fuel. 86 (10-11) (2007) 1490–1512.

3. J.L. Kolbe, L.S. Lee, C.T. Jafvert, I.P. Murarka, Use of alkaline coal ash for reclamation of a former strip mine, World of Coal Ash (WOCA) Conference, USA, (2011) , pp. 1–15.

4. J.S. Gaffney, N.A. Marley, The impacts of combustion emissions on air quality and climate – from coal to biofuels and beyond, Atmos. Environ. 43 (1) (2009)

5. A.B. Mukherjee, R. Zevenhoven, P. Bhattacharya, K.S. Sajwan, R. Kikuchi, Mercury flow via coal and coal utilization by-products: a global perspective, Resour. Conserv. Recycl. 52 (4) (2008) 571–591.

6. Auerbach S.M., Carrado K.A., Dutta P.K., 2004. Handbook of Layered Materials. CRC press.

7. Chiang A.S.T., Chao K.J., 2001. Membranes and films of zeolite and zeolite-like materials. J. Phys. Chem. Solids 62, 1899–1910.

8. Cejka J., 2007. Introduction to Zeolite Science and Practice. Elsevier, 1000 AE Amsterdam, The Netherlands.

9. Lakiss L., Gilson J.P., Valtchev V., Mintova S., Vicente A., Vimont A., Bedard, Abdo S., Bricker J., 2020. Zeolites in a good shape: catalyst forming by extrusion modifies their performances. Microporous Mesoporous Mater. 299.

UO'K 548.73

MISNING SIPROFLOKSATSIN BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMASINING RENTGEN STRUKTURAVIY TAHLILI

A.D.Kudiyarova, dots., Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus
J.M.Ashurov, prof., Bioorganik kimyo instituti, Toshkent
Z.S.Ospanova, o'qituvchi, Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Nukus filiali, Nukus

Annotatsiya. *Maqolada ftorxinolonlar sinfiga mansub siprofloksatsinning mis bilan hosil qilgan kompleks birikmasi rentgen-strukturaviy tahlil yordamida o'rganilgan. Kompleksning molekulyar va kristall tuzilishiga oid asosiy kristallografik parametrlar hamda vodorod bog'larining geometrik ko'rsatkichlari aniqlangan. Olingan natijalar asosida kompleks birikmaning strukturaviy xususiyatlari tavsiflangan.*

Kalit so'zlar: *siprofloksatsin, mis, kompleks birikma, rentgen-strukturaviy tahlil, kristall tuzilish, kristallografik parametrlar, vodorod bog'lari, geometrik parametrlar.*

Аннотация. *В статье представлен рентгеноструктурный анализ комплексного соединения меди с ципрофлоксацином, относящимся к классу фторхинолонов. Определены основные кристаллографические параметры молекулярной и кристаллической структуры комплекса, а также геометрические параметры водородных связей. На основе полученных результатов охарактеризованы структурные особенности комплексного соединения.*

Ключевые слова: *ципрофлоксацин, медь, комплексное соединение, рентгеноструктурный анализ, кристаллическая структура, кристаллографические параметры, водородные связи, геометрические параметры.*

Abstract. *This article presents an X-ray structural analysis of a copper complex of ciprofloxacin, a member of the fluoroquinolone class. The main crystallographic parameters of the molecular and crystal structures of the complex, as well as the geometric parameters of the hydrogen bonds, were determined. Based on the obtained results, the structural characteristics of the complex compound were described.*

Key words: *ciprofloxacin, copper, complex compound, X-ray structural analysis, crystal structure, crystallographic parameters, hydrogen bonds, geometric parameters.*

Bugungi kunda biologik faol birikmalarning biometallar bilan hosil qilgan metallokomplekslarini sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganishga qiziqish ortib bormoqda. Bunday komplekslar farmatsevtika va tibbiyotda antibiotik, silga qarshi hamda antibakterial vositalar sifatida muhim ahamiyatga ega.[1]

Sintez qilingan komplekslarning tarkibi va tuzilishini aniqlashda rentgen-strukturaviy tahlil samarali usullardan biri bo'lib, u kristall va molekulyar tuzilish, bog' uzunliklari, bog' burchaklari hamda molekulalararo o'zaro ta'sirlarni aniqlash imkonini beradi. Shu jihatdan, mis (Cu) va siprofloksatsin asosidagi kompleks birikmani sintez qilish, uning tarkibi va strukturaviy xususiyatlarini aniqlash dolzarb hisoblanadi.[2]

Siprofloksatsinning mis bilan kompleks hosil qilishi jarayonida suv molekulalari ham qo'shimcha koordinatsion bog' hosil qilishda ishtirok etishi mumkin. Bunda kislorod atomlarining metall markazi bilan koordinatsion o'zaro ta'siri kompleksning molekulyar va kristall tuzilishini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Rentgenostrukturaviy tahlil koordinatsion birikmalarning tuzilishini o'rganishda eng ishonchli va informativ usullardan biri hisoblanadi. Ushbu usul yordamida sintez qilingan birikmalarning individualligi, molekulyar va kristall tuzilishi, atomlarning fazoviy joylashuvi hamda koordinatsion muhitining geometrik parametrlarini aniqlash mumkin. Rentgen difraksion tadqiqotlar natijasida kompleks tarkibidagi metall markazi, ligandlarning koordinatsiyalanish usuli va molekulalararo o'zaro ta'sirlarning xususiyatlari haqida batafsil ma'lumot olindi.[3]

Olib borilgan kuzatishlar natijasida mis metali va siprofloksatsin asosida $[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ tarkibli koordinatsion birikma sintez qilindi hamda uning kristall va

molekulyar tuzilishi rentgenostrukturaviy tahlil usuli yordamida o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida kompleksning element tarkibi, koordinatsion muhiti, kristall panjarasining asosiy parametrlari va molekulalararo bog’lanishlari aniqlanib, strukturaviy xususiyatlari tavsiflandi.

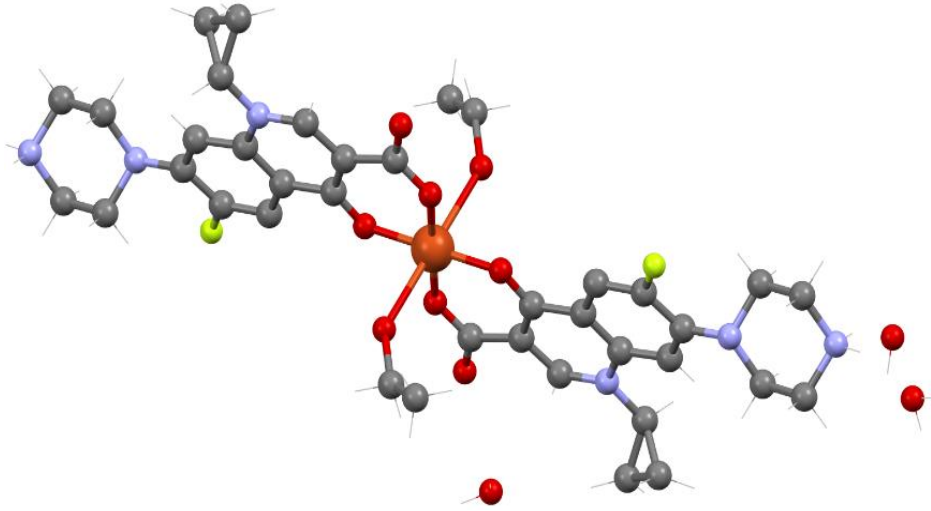
Olingan eksperimental natijalar asosida misning siprofloksatsin molekulasi bilan koordinatsiyalanish qonuniyatlari tahlil qilindi. Shuningdek, kompleksning tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari o‘rtasidagi bog’liqlik aniqlanib, uning biologik faol koordinatsion birikmalar sinfiga mansubligi baholandi. Tadqiqot natijalari metallokompleks birikmalarning hosil bo‘lish mexanizmlarini chuqurroq tushunishga hamda ularning farmatsevtika, bioanorganik va koordinatsion kimyo sohalarida qo‘llanish istiqbollarini aniqlashga xizmat qiladi. Bunday kompleksning olinishiga bo‘lgan qiziqish, ularni biologik sistemalarda sodir bo‘ladigan jarayonlarni modellashtirishda ishlatish mumkinligi bilan izohlanadi.

Siprofloksatsin molekulasidan farqli ravishda etanol molekulasida qo‘shimcha koordinatsion bog’ hosil qilish imkoniyatlari paydo bo‘ldi, ya’ni aralash ligandli kompleks hosil bo‘lishida kislorod atomlari ham qatnashganligi aniqlandi.

Siprofloksatsin $Cu(CH_3COO)_2$ bilan reaktsiyasi natijasida $[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ kompleks birikmasi sintezi amalga oshirildi. Uning asimmetrik birligida bitta Cu^{2+} kation va ikkita bir xil zaryadlangan (HL)- anionlar, ikkita etanol molekulasi va oltita suvdan iborat bo‘lgan kompleks birikma hosil bo‘lganligi aniqlandi. Cu^{2+} ioni oktaedrik koordinatsiyaga ega. Bunda ligandning ikkita molekulasi metall ioni bilan donor-aktseptor va ion bog’lari orqali bog’lanib, qo‘shimcha ikkita etanol ligandi bilan esa donor aktseptor holda koordinatsiyalanib oktaedr tuzilishli kompleks hosil qiladi.

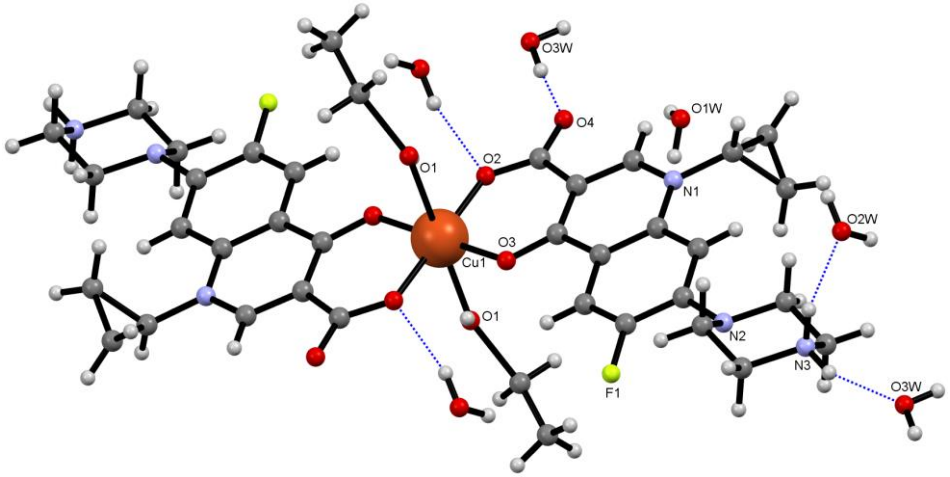
$[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ kompleksining molekulyar tuzilishi va kristallografik ma’lumotlari 1-rasm va 2-jadvalda keltirildi.

Ekvatorial O2-Cu-O2 va O3-Cu-O3 bog’ uzunliklari va bog’ burchaklari mos ravishda 2.073 Å va 910. HL ligandi gidroksil guruhi va karboksil guruhning koordinatsiyada qatnashgan O atomi orasida ichkimolekulyar vodorod bog’lari yuzaga kelgan. 1-rasmda Cu(II) kation va ikkita bir xil zaryadlangan (HL)- anionlar, ikkita etanol molekulasi va oltita suvdan iborat bo‘lgan mis(II) kompleksining tuzilishi keltirilgan.



1-rasm. $[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ kompleksning molekulyar tuzilishi.

Olingan $[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ kompleks birikmada tashqaridagi suv molekulasi va koordinatsiyalanmagan karboksilning O atomlari orasidagi ichkimolekulyar (O2···H, O4....H) vodorod bog’lar hisobiga ligand molekulasini barqarorlashtiradi (2-rasm va 1-jadval). Kristall strukturada molekulalar to‘rtlamchi azot va tashqaridagi suv molekulasidagi O atomlari donor-aktseptor zanjirlarini hosil qilib parallel holda C7-H7A···O1iii, N4-H4A···O2ii va N4-H4B···O3ii vodorod bog’lari yordamida bog’langan.



2-rasm. $[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ kompleksining vodorod bog'lar tuzilishi.

1-jadval

$[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ kristallidagi vodorod bog'lanishlarning geometrik parametrlari

Bog' D−H···A	Masofa, Å			Burchak D−H···A, grad	A atom koordinatasi
	D—H	H…A	D…A	D—H…A	
O2W-H2WB···O2	0.8500	2.0600	2.894(4)	167.00	1-x,2-y,1-z
O3W-H3WA···O1	0.8500	2.3300	3.181(4)	174.00	1-x,1-y,1-z
N3--H3A···O2W	0.8900	1.9300	2.784(4)	161.00	-
N3-- H3B···O3W	0.8900	1.8800	2.703(4)	153.00	-
O1W-H1WA···O2	0.8500	2.5200	3.335(4)	161.00	-x,2-y,2-z
C1-- H1B···O2W	0.9600	1.8300	2.612(8)	137.00	-
C4-- H4B···O2W	0.9700	2.3200	3.151(5)	143.00	1-x,1-y,1-z
C15—H15B···F1	0.9700	2.4600	3.073(4)	121.00	1-x,1-y,1-z
C16 -- H16A···F1	0.9700	2.2100	2.869(4)	124.00	-
C16 --H16B···O4	0.9700	2.4400	3.407(4)	176.00	1-x,2-y,1-z

2-jadval

$[Cu(HL)_2(C_2H_5OH)_2]\cdot 6H_2O$ koordinatsion birikmasining rentgen strukturaviy tahlil natijalarining kristallografik ma'lumotlari

Birikma	$[Cu(HL)_2](C_2H_5OH)_2\cdot 6H_2O$
Brutto-formula	$C_{34}H_{36}CuF_2N_6O_6,(H_2O)_6,C_4H_{12}O_2$
Mr	926.46
Singoniya	Triklin
Fazoviy guruhi	P-1 (No.2)
Eleventar yacheyka parametri *a*, *b*, *c*, Å	9.3771(3) 9.5792(3) 11.1958(4)
β, grad.	87.433(3) 80.693(3) 86.307(3)
V,Å^3	989.76(6)
Z	1
Zichlik, g/sm^3	1.554
Harorat, K	293
Nurlanish, Å	CuKa, 1.54184
Izlash sohasi 2θ (min,max), grad.	4.0, 76.1
Indeks sohasi	-11: 11 ; -12: 11 ; -13: 8
I_{hkl} o'lchash./mustaqil./ R_{int}	7077, 3987, 0.021
Akslar [I> 0,0 σ(I)]	3579
N_{ref}, N_{par}	3987, 278
R, *wR2*, *GOOF*	0.0761, 0.2233, 1.05
Qoldiq zaryad,e/Å^3	-0.82, 2.33

Kompleks birikma sintezi davomida siprofloksatsinning eruvchanligini oshirish va uning Cu bilan koordinatsiyalanish jarayonini jadallashtirish maqsadida etanol qo'shimcha ligand hamda erituvchi komponent sifatida tanlandi. Etanol molekulalarining koordinatsion jarayonda ishtirok etishi metall markazi atrofida qo'shimcha barqarorlashuv hosil qilib, kompleksning kristall tuzilishini shakllantirishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Turel I., Leban I., Bukovec P. Synthesis, characterization, and crystal structure of a copper(II) complex with quinolone family member (ciprofloxacin): bis(1) – cyclopropyl – 6 – fluoro – 1,4 – dihydro – 4 – oxo – 7 – piperazin – 1 –ylquinoline – 3 – carboxylate) copper(II) chloride hexahydrate // J. Inorganic Biochemistry –1994. – V.56. –P. 273-282.

2. Drevensek P.., Golobic A., Turel I., Poklar N., Sepcic K Crystal structure, characterisation and biological activity of copper(II)-ciprofloxacin ionic compound // Acta Chimica Slovenica.–2002.–V. 49.–P. 857-870.

3. Akitsu T., Itoh T. Polarized spectroscopy of hybrid materials of chiral Schiff base cobalt(II), nickel(II), copper(II), zinc(II) complexes and photochromic azobenzenes in PMMA films // Polyhedron. –2010. –V.29. –P. 477-487.

UDC 678.5

STRUCTURE–RHEOLOGY–TECHNOLOGY RELATIONSHIP IN POLYMER COMPOSITE MATERIALS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTEMPORARY RESEARCH

G.V.Mardonova, PhD student, Navoi State University, Navoi

Annotatsiya. *Polimer-kompozit materiallarning fizik-mexanik va texnologik xossalari ularning tarkibi, fazalararo o'zaro ta'siri, to'ldirgich dispersiyasi va qayta ishlash jarayonida shakllanadigan mikrostrukturaga bevosita bog'liq. Mazkur maqolada polimer-kompozit tizimlarning qovushoqligi, shear-thinning xususiyati, elastik va qovushqoq javobi, saqlanish moduli, yo'qotish moduli hamda strukturaviy barqarorlik kabi reologik ko'rsatkichlarning materiallarni olish texnologiyasidagi ahamiyati qiyosiy tahlil qilindi. Ilmiy adabiyotlar asosida to'ldirgich turi, miqdori, zarracha o'lchami, fazalararo moslik va qayta ishlash sharoitlarining reologik holatga ta'siri umumlashtirildi. Tahlil natijalari reologik ko'rsatkichlar materialning faqat oqimga qarshiligini emas, balki uning mikrostrukturasi, disperslanish darajasi va texnologik qayta ishlanish qobiliyatini ham tavsiflashini ko'rsatdi. Polimer-kompozitlarni olishda tarkib, struktura, reologiya, texnologik rejim va yakuniy xossalarni yagona tizimda baholash samarali metodologik yondashuv sifatida asoslandi.*

Kalit so'zlar: *polimer-kompozit, reologiya, qovushoqlik, viskoelastiklik, mikrostruktura, to'ldirgich, disperslanish, shear-thinning, ekstruziya, texnologik optimallashtirish.*

Аннотация. Физико-механические и технологические свойства полимерно-композиционных материалов непосредственно зависят от их состава, межфазного взаимодействия, степени диспергирования наполнителя и микроструктуры, формирующейся в процессе переработки. В настоящей статье проведён сравнительный анализ значения таких реологических показателей полимерно-композиционных систем, как вязкость, псевдопластическое течение (shear-thinning), упругая и вязкая составляющие отклика, модуль накопления, модуль потерь, а также структурная устойчивость, в технологии получения материалов. На основе анализа научной литературы обобщено влияние типа и содержания наполнителя, размера частиц, межфазной совместимости и условий переработки на реологическое состояние полимерно-композиционных систем. Результаты анализа показали, что реологические параметры характеризуют не только сопротивление материала течению, но также его микроструктуру, степень диспергирования и технологическую перерабатываемость. Обоснована целесообразность комплексной оценки состава, структуры, реологических характеристик, технологического режима и конечных свойств как единой системы при разработке и получении полимерно-композиционных материалов.

Ключевые слова: *полимерный композит, реология, вязкость, вязкоупругость, микроструктура, наполнитель, диспергирование, псевдопластическое течение (shear-thinning), экструзия, технологическая оптимизация.*

Abstract. The physical-mechanical and technological properties of polymer composite materials are directly related to their composition, interfacial interactions, filler dispersion, and the microstructure formed during processing. This article presents a comparative analysis of the technological significance of rheological characteristics of polymer composite systems, including viscosity, shear-thinning behavior, elastic and viscous responses, storage modulus, loss modulus, and structural stability. Based on the scientific literature, the effects of filler type and content, particle

size, interfacial compatibility, and processing conditions on rheological behavior are summarized. The results of the analysis demonstrate that rheological parameters characterize not only the material's resistance to flow, but also its microstructure, degree of dispersion, and technological processability. An integrated assessment of composition, structure, rheology, processing conditions, and final properties in polymer composite manufacturing is substantiated as an effective methodological approach.

Key words: *polymer composite, rheology, viscosity, viscoelasticity, microstructure, filler, dispersion, shear-thinning, extrusion, technological optimization.*

Introduction. Modern polymer composite materials are complex multicomponent systems consisting of a polymer matrix and various functional fillers. Their properties depend not only on the chemical nature of the constituent components, but also on the distribution of filler particles within the matrix, particle size and morphology, interfacial bonding, and the microstructure formed during processing.Polymer composites are produced using extrusion, compounding, injection molding, compression molding, and other forming technologies. During these processes, the material is subjected to shear and extensional deformations of varying intensities. Therefore, rheological properties such as viscosity, elasticity, and relaxation behavior are among the key factors determining the stability of the manufacturing process and the quality of the final product.Most polymer melts exhibit non-Newtonian behavior. Their apparent viscosity decreases as the shear rate increases. This phenomenon, known as shear-thinning, is associated with the orientation of polymer chains along the direction of flow. Such behavior can facilitate extrusion and molding processes at high shear rates.The aim of this article is to summarize, on the basis of scientific literature, the relationships among structure, rheological properties, and technological processing in polymer composite materials and to demonstrate their technological significance.

Literature Review. The rheological behavior of polymer composites is primarily determined by the molecular structure of the polymer matrix. Molecular weight, degree of chain entanglement, and branching influence both viscosity and elastic response. As the mobility of polymer chains becomes more restricted, resistance to flow may increase.When a filler is introduced into a composite system, its rheological behavior becomes more complex. Fu et al. [1] demonstrated that filler efficiency depends not only on filler content but also on particle size, shape, specific surface area, surface chemistry, and interfacial interactions with the polymer matrix. Filler particles can restrict polymer-chain mobility, while particle–particle contacts may form an additional structural network.In layered-silicate polymer composites, rheological properties are particularly sensitive to microstructure. Krishnamoorti and Giannelis [2] observed an increase in low-frequency elastic and viscous moduli with increasing layered-silicate content. This behavior is attributed to the formation of a spatial structural network resulting from particle–particle or polymer–particle interactions.In rheological analysis, the storage modulus characterizes the elastic component of the material, whereas the loss modulus represents its viscous component. An increase in storage modulus may indicate stronger structural interactions within the material; however, it may also lead to greater processing difficulty. The loss modulus, in turn, is associated with flow behavior and internal energy dissipation processes.Krishnamoorti and Yurekli [3] reported that rheological measurements are effective for the indirect evaluation of the mesostructure and dispersion state of polymer–clay nanocomposites. In particular, the elastic response at low frequencies is highly sensitive to the formation of filler networks.Vaia and Giannelis [4] demonstrated that the penetration of polymer chains between the silicate layers in organically modified layered silicates depends on the thermodynamic compatibility between the polymer and the filler. This finding indicates that surface modification can be used to control not only the structure of a composite but also its rheological properties.In multiphase polymer systems, the microstructure continuously evolves during processing. Sundararaj and Macosko [5] established that the size of the dispersed phase depends on component concentration, interfacial tension, and compatibilization. During mixing, both breakup and coalescence of the dispersed phase can occur. The use of compatibilizers reduces interfacial tension and contributes to stabilization of the microstructure.In general, existing studies indicate the following logical relationship: composite

composition determines interfacial interactions; interfacial interactions govern dispersion and microstructure; microstructure affects the rheological response; and rheological behavior determines technological processability and the quality of the final product.

Research Methodology. This study is not experimental in nature; rather, it was conducted using a structured comparative analysis of the scientific literature. Scientific studies addressing the relationships among rheology, microstructure, and technological processing of polymer composite materials were selected for analysis.The sources were selected according to the following criteria: the study had to focus on polymeric or polymer composite materials; rheological parameters such as viscosity, storage modulus, loss modulus, shear-thinning behavior, or other rheological characteristics had to be investigated; and the rheological results had to be related to filler dispersion, microstructure, or processing technology.The analyzed parameters were divided into four groups. The first group included flow parameters such as viscosity, shear stress, and shear rate. The second group comprised storage modulus, loss modulus, and the relationship between elastic and viscous responses. The third group included filler concentration, particle size, dispersion, and interfacial compatibility. The fourth group consisted of technological factors such as temperature, mixing intensity, extruder screw speed, and energy consumption.Viscosity is one of the principal parameters governing the processing of polymer composites. As filler content increases, the number of particle–particle and polymer–particle contacts also increases, which may result in higher resistance to flow. However, different fillers at the same concentration do not necessarily produce the same rheological response. Plate-like, fibrous, or high-specific-surface-area particles may exert a stronger structural effect than spherical particles.As particle size decreases, the total interfacial area increases, and polymer–filler interactions may become stronger. At the same time, the risk of agglomeration increases for very fine particles. Therefore, determining the optimum degree of dispersion is technologically important.Shear-thinning behavior was analyzed separately. A decrease in viscosity at high shear rates facilitates material flow through extruder and die channels. Conversely, the recovery of higher viscosity at lower shear rates helps maintain the geometrical stability of the formed material.When evaluating viscoelastic properties, the relationship between elastic and viscous components was taken into account. An increase in the elastic component may indicate strengthening of the structural network. However, an excessively strong elastic response may complicate processing. Therefore, rheological parameters should not be evaluated individually, but rather as an integrated set of characteristics.Temperature is another major technological factor. As temperature increases, polymer-chain mobility increases and viscosity generally decreases, thereby facilitating processing. However, excessively high temperatures may intensify thermal or thermo-oxidative degradation, leading to a decrease in polymer molecular weight and deterioration of the properties of the final product.Accordingly, the optimum processing regime should be selected within a range that provides sufficient material flowability, effective filler dispersion, structural stability, and minimal thermal degradation.

Results and Discussion. The comparative analysis of the literature showed that the rheological properties of polymer composites are formed at three principal levels.The first is the molecular level, at which polymer molecular weight, entanglement density, and chain architecture play key roles. Changes in molecular structure result in corresponding changes in viscosity and elasticity.The second is the microstructural level. The introduction of fillers gives rise to polymer–filler and filler–filler interactions. When the filler is well dispersed, the interfacial area increases and the rheological response of the composite can change significantly. Agglomeration, in contrast, can lead to structural heterogeneity, flow instability, and the formation of defects in the final product.In layered-silicate systems, an increase in low-frequency elastic response may be associated with the formation of a structural network [2,3]. This indicates that the filler does not merely act as a passive additive but can function as an active component governing composite microstructure.The third is the technological level. Viscosity directly affects extruder pressure, torque, and energy consumption. Excessively high viscosity increases the load on processing equipment. Conversely, excessively low viscosity may reduce dimensional stability and, in certain multiphase systems, decrease dispersion stability.Therefore, there is no universal optimum viscosity value for polymer composites. The optimal rheological state depends on the specific polymer matrix, filler type, processing method, and

final product requirements.According to the results of the analysis, rheological parameters can be regarded as intermediate diagnostic criteria linking composition with the final properties of the material. When composite composition changes, its microstructure and rheological response are among the first characteristics to change. These changes are subsequently reflected in the technological process and in the properties of the final product.From this perspective, testing only the properties of the final product is insufficient when optimizing polymer composite manufacturing technology. Evaluation of the rheological state of raw materials and intermediate compositions can enable the preliminary optimization of technological processing conditions.Rheological monitoring becomes particularly important when recycled polymers and locally available mineral fillers are used. The composition and properties of such raw materials may vary from batch to batch. Rheological control makes it possible to adjust mixing temperature, screw speed, material residence time in processing equipment, and other technological parameters.In general, the following sequence is considered appropriate for the development of modern polymer composites: first, the polymer matrix and filler are selected; their interfacial compatibility is then evaluated. In the next stage, dispersion and microstructure are controlled. Subsequently, the rheological state is determined and an appropriate processing regime is selected. Finally, the physical-mechanical and performance properties of the finished product are evaluated.

In polymer composite materials, structure, rheological properties, and processing technology are closely interrelated. Filler type and content, particle size, degree of dispersion, and interfacial compatibility with the polymer matrix significantly affect the viscosity and viscoelastic response of the composite.Rheological parameters characterize not only the flow behavior of a material but also its microstructure and processing state. Therefore, viscosity, shear-thinning behavior, and elastic–viscous response can be used as diagnostic criteria in polymer composite technology.In optimizing composite manufacturing technology, the objective should not be to achieve either maximum or minimum viscosity. Instead, it is important to establish an optimal rheological state that ensures effective dispersion, stable flow, acceptable energy consumption, and the required quality of the final product.On this basis, it is appropriate to investigate the relationship "composition–interfacial interaction–microstructure–rheological response–processing regime–final property" in an integrated manner during the development of polymer composite materials. This approach can serve as an effective methodological framework for the scientifically grounded design of new composite materials and the optimization of their manufacturing technologies.

REFERENCES:

1. Fu S., Sun Z., Huang P., Li Y., Hu N. Some Basic Aspects of Polymer Nanocomposites: A Critical Review. Nano Materials Science. 2019;1(1):2–30. DOI: 10.1016/j.nanoms.2019.02.006.

2. Krishnamoorti R., Giannelis E.P. Rheology of End-Tethered Polymer Layered Silicate Nanocomposites. Macromolecules. 1997;30(14):4097–4102. DOI: 10.1021/ma960550a.

3. Krishnamoorti R., Yurekli K. Rheology of Polymer Layered Silicate Nanocomposites. Current Opinion in Colloid & Interface Science. 2001;6(5–6):464–470. DOI: 10.1016/S1359-0294(01)00121-2.

4. Vaia R.A., Giannelis E.P. Polymer Melt Intercalation in Organically-Modified Layered Silicates: Model Predictions and Experiment. Macromolecules. 1997;30(25):8000–8009. DOI: 10.1021/ma9603488.

5. Sundararaj U., Macosko C.W. Drop Breakup and Coalescence in Polymer Blends: The Effects of Concentration and Compatibilization. Macromolecules. 1995;28(8):2647–2657. DOI: 10.1021/ma00112a009.

6. Kamkar M. et al. Large Amplitude Oscillatory Shear Flow: Microstructural Assessment of Polymeric Systems. Progress in Polymer Science. 2022;132:101580. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2022.101580.

7. Chandran S. et al. Processing Pathways Decide Polymer Properties at the Molecular Level. Macromolecules. 2019;52(19):7146–7156. DOI: 10.1021/acs.macromol.9b01195

UO'K 615.32:582.9

CISTANCHE SALSA O'SIMLIGINING KIMYOVIY TARKIBI VA BIOLOGIK FAOLLIGI

Sh.O. Masharipov, tayanch doktorant, Xorazm Ma'mun akademiyasi, Xiva
A.D. Matchanov, k.f.d., prof., Bioorganik kimyo instituti, Toshkent

Annotatsiya. *Maqolada Xorazm viloyati va Qoraqalpog'iston respublikasi tuproq iqlim sharoitida tabiiy holda o'sayotgan Cistanche salsa o'simligini ilk marotaba kimyoviy tarkibi va biologik faolligi o'rganildi. Jumladan, yer osti qismi, yer ustki qismi, va gullarining flavonoidlar,*

suvda eriydigan vitaminlar va aminokislotalar miqdori o'rganildi. Cistanche salsa o'simligining tarkibida flavonoidlardan Rabinin, Rutin va Gall kislota o'simlikning hamma qismlarida, Gipolaetin, Izoramietin, Kversitin va Izokversitin esa faqat gullarida mavjudligi aniqlandi. Suvda eriydigan vitaminlardan yer ostki qismida B9 va PP vitaminlari, yer ustki qismida B1, B6, C, B2 vitaminlari, gullarida esa B1, B6, B9, PP, C, B2 vitaminlari mavjudligi aniqlandi. Cistanche salsa o'simligining yer osti, yer usti va gul qismlarining aminokislota tarkibi to'liq o'rganildi va 20 xil aminokislota miqdorlari bilan tahlil qilindi. Ulardan yer ostki qismida Asparagin 3,25mg/g, Glutamin 3,16mg/g va Prolin 6,67mg/g, yer ustki qismida Glutamin 4,07mg/g, Gistidin 6,35mg/g va gul qismida Glutamin 3,21mg/g, Prolin 10,48mg/g miqdorlarda ekanligi isbotlandi. Ilk bora Xorazm va Qoraqalpog'iston sharoitida kimyoviy tarkibi va biologik faolligi o'rganilayotgan Cistanche salsa o'simligining flavonoidlar, vitaminlar va aminokislotalarga boy ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: *Cistanche salsa (C.A. Mey) Bek, flavonoidlar, vitaminlar, aminokislotalar.*

Аннотация. *В статье впервые изучен химический состав и биологическая активность растения Cistanche salsa, произрастающего в естественных почвенно-климатических условиях Хорезмской области и Республики Каракалпакстан. В частности, исследовано содержание флавоноидов, водорастворимых витаминов и аминокислот в подземной, надземной частях и цветках. Установлено, что флавоноиды рабинин, рутин и галловая кислота присутствуют во всех частях растения, а гиполаэтин, изорамиетин, кверцетин и изокверцетин — только в цветках. Из водорастворимых витаминов установлено, что подземная часть содержит витамины B9 и ПФ, надземная часть — витамины B1, B6, C, B2, а цветки — витамины B1, B6, B9, ПФ, C, B2. Проведен всесторонний анализ аминокислотного состава подземной, надземной и цветочной частей растения Cistanche salsa с содержанием 20 различных аминокислот. Было доказано, что подземная часть содержала аспарагин 3,25 мг/г, глутамин 3,16 мг/г и пролин 6,67 мг/г, надземная часть — глутамин 4,07 мг/г, гистидин 6,35 мг/г, а цветочная часть — глутамин 3,21 мг/г и пролин 10,48 мг/г. Впервые установлено, что растение Cistanche salsa, химический состав и биологическая активность которого изучаются в условиях Хорезма и Каракалпакстана, богато флавоноидами, витаминами и аминокислотами.*

Ключевые слова: *Cistanche salsa (C.A. May) Beck, флавоноиды, витамины, аминокислоты.*

Abstract. *The article studies the chemical composition and biological activity of the Cistanche salsa plant, which grows naturally in the soil and climatic conditions of the Khorezm region and the Republic of Karakalpakstan, for the first time. In particular, the content of flavonoids, water-soluble vitamins and amino acids in the underground part, above-ground part and flowers was studied. It was found that the flavonoids Rabinin, Rutin and Gallic acid are present in all parts of the plant, and Hypolaetin, Isoramietin, Quercetin and Isoquercetin are present only in the flowers. Of the water-soluble vitamins, it was found that the underground part contains vitamins B9 and PP, the above-ground part contains vitamins B1, B6, C, B2, and the flowers contain vitamins B1, B6, B9, PP, C, B2. The amino acid composition of the underground, above-ground and flower parts of the Cistanche salsa plant was fully studied and analyzed with 20 different amino acid contents. Of these, it was proven that the underground part contained Asparagine 3.25 mg/g, Glutamine 3.16 mg/g and Proline 6.67 mg/g, the above-ground part contained Glutamine 4.07 mg/g, Histidine 6.35 mg/g and the flower part contained Glutamine 3.21 mg/g, Proline 10.48 mg/g. For the first time, it was found that the Cistanche salsa plant, the chemical composition and biological activity of which are being studied in the conditions of Khorezm and Karakalpakstan, is rich in flavonoids, vitamins and amino acids.*

Keywords: *Cistanche salsa (C.A. May) Beck, flavonoids, vitamins, amino acids.*

Kirish. Hozirgi vaqtda dorivor o'simliklardan olinadigan biologik faol moddalarni o'rganishga katta e'tibor berilmoqda. Bu zamonaviy tibbiyotda flavonoidlar, vitaminlar, aminokislotalar va boshqa biologik faol moddalarning oson hazm bo'ladigan shakllarining eng istiqbolli manbai sifatida qaraladi.

Cistanche salsa (Sho‘rxok sistanxe, Orobanchaceae oilasi) Sharq tabobatida asrlar davomida ishlatilib kelinayotgan va zamonaviy fitoterapevtikada keng o‘rganilayotgan qimmatli doriivor o‘simlikdir. Uning tarkibidagi feniletanoid glikozidlari (exinakosid, akteosid) va polisaxaridlar yaxshi tadqiq qilingan bo‘lsa-da, so‘nggi yillardagi izlanishlar o‘simlikning flavonoidlar, vitaminlar va aminokislotalarga boy ekanligini, bu birikmalar uning umumiy biologik va farmakologik faolligida (antioksidant, immunostimulyator va metabolik manba sifatida) sezilarli rol o‘ynashini ko‘rsatmoqda.

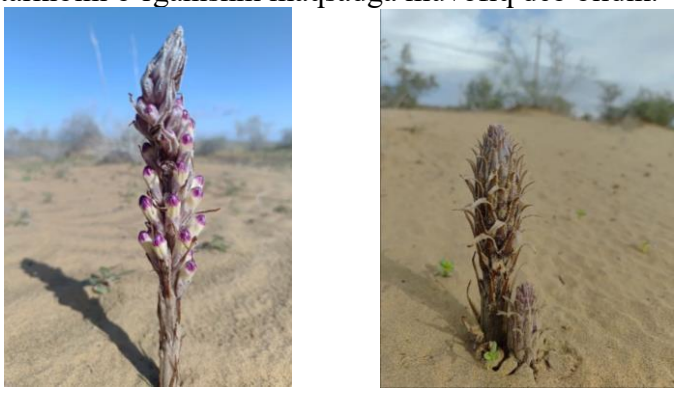
Cistanche (*Orobanchaceae)* oilasiga mansub dunyoda 27 tur o‘simlik bo‘lib, asosan shimoliy yarimshardagi qurg‘oqchil yerlar va cho‘llarda, masalan, O‘zbekistonning Qoraqalpog‘iston respublikasida va Xorazm, Buxoro viloyatlarida tarqalgan. *Cistanche* turlari ko‘p yillik parazit o‘simliklarga mansub bo‘lib, ular ko‘pincha cho‘lda o‘suvchi o‘simliklar, masalan, Haloxylon ammodendron, Haloxylon persicum, Kalidium foliatum, Tamarix va boshqa o‘simliklar ildizlariga yopishgan holda o‘sadi [1].

Cistanche salsa o‘simligining botanik taksonomiyasini rossiyalik Karl Anton Meyer (1795-1855) va avstriyalik Bek Gyunter (Gunther Beck 1856-1931) o’rgangan. Shumgiyoh *Cistanche salsa* (C.A. Mey.) Beck [2].

Kimyoviy va farmakologik tadqiqotlar nuqtai nazaridan muhim bo‘lgan ushbu o‘simlik O‘zbekistonda shu paytgacha aniqsa Xorazm va Qoraqalpog‘iston sharoitida kam o‘rganilgan. O‘zbekistonda 9 turi mavjudligi adabiyotlarda keltirilgan.

Hozirgi vaqtda *Cistanche* shifobaxsh xususiyatlari va keng farmakologik xususiyatlari (antioksidant, yallig'lanishga qarshi, immunostimulyatsion, neyroprotektiv) mavjudligi Xitoy va Yaponiya olimlarining ko'plab tadqiqotlari bilan tasdiqlangan [3].

Xorazm viloyati va Qoraqalpog‘iston respublikasining cho‘l sharoitlarida o‘sadigan *Cistanche salsa* dorivor o‘simligidan biologik faol moddalarni (BFM) ajratib olish va dorivor o‘simliklar ishlab chiqarish uchun xom-ashyo manbai sifatida foydalanish imkoniyati uning asosiy tarkibiy qismlarini o‘rganish zarurligini taqozo etmoqda. *Cistanche* o‘simligi dorivorlik xususiyatlarini o‘rganish va ularning tarkibini tahlil qilish natijasida respublikamiz hududida ushbu o‘simlikning oziq ovqat sanoatida o‘rin egallashi va aholi salomatligini saqlash maqsadida o‘simlik bo‘yicha bir qancha ilmiy tadqiqot ishlari olib bormoqdamiz. Dorivor o‘simlikning farmakologik ta’siri shuningdek, toksiklik ta’sirini bartaraf etish uchun biz o‘simlikning er usti va er osti qismlarining flavonoid tarkibi, vitamin tarkibi va aminokislota tarkibini o‘rganishni maqsadga muvofiq deb bildik.



1-rasm. Xorazm viloyati Tuproqqala tumani va Qoraqalpog‘iston respublikasi To‘rtko‘l tumani cho‘l hududlarida o’sayotgan Cistanche salsa o‘simligi

Flavonoidlar tabiiy mahsulotlarning muhim sinfidir. Xususan, ular meva, sabzavotlar va ayrim ichimliklarda keng tarqalgan polifenol tuzilishga ega bo'lgan o'simlik ikkilamchi metabolitlari sinfiga kiradi [4]. Ular saraton, Altsgeymer kasalligi (AD), ateroskleroz va boshqalar kabi turli kasalliklar bilan bog'liq bo'lgan turli xil qulay biokimyoviy va antioksidant ta'sirga ega [5,6]. Flavonoidlar sog'likka yaxshi ta'sir ko'rsatishning keng spektri bilan bog'liq va turli xil oziq-ovqat, farmatsevtika, dorivor va kosmetika ilovalarida ajralmas komponent hisoblanadi [4]. Buning sababi ularning antioksidant, yallig'lanishga qarshi, antimutagen va antikanserogen xususiyatlari va asosiy hujayra fermentlarining funktsiyalarini modulyatsiya qilish qobiliyati mavjud [4]. Shunday foydali hususiyatga ega bo‘lgan moddalar *Cistanche* o‘simliklarida bugungu kunga qadar deyarli

o‘rganilmagan. Hozirgi kunga qadar *Cistanche* o‘simlik turlaridan terpenoidlar, steroidlar, iridoidlar, fenolik birikmalar va lignanlar ajratilgan [7]. *Cistanche salsa* o‘simligi vitamin va aminokislotalar tarkibi [8] o‘rganilgan. Yaponiya va Xitoy olimlari *Cistanche* o‘simlik turlari organizmga yallig‘lanishga qarshi va antioksidant ta’sirga ega ekanligini va immunostimulyatsiya qiluvchi ta’sirga ega ekanligini isbotladilar [9]. Ehtimol, bu dorivor o‘simlikning dorivor ta’siri nafaqat tarkibidagi biologik faol moddalarga, balki konsentrlangan flavonoidlarga ham bog‘liq bo‘lib, ularning miqdori haqida *Cistanche salsa* o‘simligida deyarli ma’lumot yo‘q.

Cistanche salsa o‘simligi to‘qimalarida suvda eruvchan vitaminlar majmuasi aniqlangan. Spektrofotometrik va xromatografik usullar yordamida o‘tkazilgan tahlillar natijalari ko‘ra suvda eruvchan vitaminlardan askorbin kislotasi (C vitamini) - yuqori miqdorda uchraydi, antioksidant sifatida feniletanoid va flavonoidlarning barqarorligini ta’minlaydi. B guruhi vitaminlari (B1, B2, B6 va B9 - folat kislotasi) - hujayra metabolizmi, fermentativ reaksiyalar va asab tizimi faoliyatida koferment rolini o‘ynaydi [10].

C vitamini suvda eriydigan vitamin bo‘lib, uni yangi meva va sabzavotlardan olish mumkin, asosan oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash muddatini uzaytirish uchun oziq-ovqatda konservantlar sifatida ishlatiladi, antioksidant va inson tanasida immunitet tizimini mustahkamlaydi va klinik jihatdan bosh terisini davolash uchun ishlatiladi [11,12]. Kletchatka tolasi polisaxariddir va to‘g‘ri qabul qilish ichak faoliyatini yaxshilashga, tananing immunitetini tartibga solishga va qon shakari va qon lipidlari darajasini samarali nazorat qilishga yordam beradi [13]. Mikroelementlar inson tanasida kichikroq miqdorda topiladi, ammo tananing normal fiziologik funktsiyalarini saqlab turishda muhim ro‘l o‘ynaydi, masalan, antioksidant mudofaa, immunitet reaksiyasi va yaralarni davolashda ishtirok etish shular jumlasidandir [14]. O‘simlik tarkibidagi har bir metal ionlari tirik organizmlarga muhim ta’sirini ko‘rsatadi.

Cistanche salsa o‘simligida erkin va bog‘langan aminokislotalar profilini aminokislota analizatorlari va HPLC usuli yordamida aniqlash bo‘yicha ko‘plab ishlar olib borilgan. O‘simlik tarkibida 18 dan ortiq aminokislota, jumladan barcha almashtirib bo‘lmaydigan (muhim) aminokislotalar topilgan. Almashtirib bo‘lmaydigan aminokislotalar: Leytsin, izoleytsin, valin, lizin, treonin, metionin, fenilalanin va gistidin. Almashtiriladigan va shartli aminokislotalar: Glutamin kislotasi, asparagin kislotasi, arginin, prolin, glitsin, alanin, serin va tirozin.

Aminokislotalarning miqdoriy va biologik ahamiyati

Glutamin va asparagin kislotalari: O‘simlikdagi umumiy aminokislota miqdorining sezilarli qismini tashkil etadi. Ular nerv impulslari o‘tkazilishida (neyrotransmitterlar sintezida) va azot almashinuvida faol qatnashadi [15].

Arginin va Prolin: Arginin azot oksidi (NO) sintezining prekursori bo‘lib, qon tomirlarini kengaytirish va jinsiy hamda reproduktiv faoliyatni yaxshilashda bevosita rol o‘ynaydi. Prolin esa o‘simlikning stressga (sho‘rlanish va qurg‘oqchilikka) chidamliligini ta’minlaydigan osmoprotektor hisoblanadi[16].

Cistanche salsa o‘simligining biologik faolligi faqat uning o‘ziga xos glikozidlariga emas, balki flavonoidlar, vitaminlar va aminokislotalarning o‘zaro sinergetik (bir-birini kuchaytiruvchi) ta’siriga ham bog‘liq. Bu tarkib o‘simlikning tonusni oshiruvchi, antioksidant va metabolizmni yaxshilovchi vosita sifatida ishlatilishini ilmiy jihatdan asoslaydi.

Materiallar va tadqiqot usullari. Bizning tadqiqot ob’ektlarimiz 2026 yil aprel oyida to‘plangan *Cistanche salsa* stolonlarining er osti, er usti va gul qismlari edi. Bu dorivor o’simlikni biz gullash davrida Xorazm viloyati Tuproqqala tumani va Qoraqalpog‘iston respublikasi To‘rtko‘l tumani cho‘l hududidan yig’ib oldik. Yig‘ilgan dorivor o‘simlik tozalandi va stoloni er usti va er osti qismlariga ajratildi, gullari alohida qilib olindi.

*Cistanche salsa*ning flavonoidlar tahlili YuQSX (ВЭЖХ) tomonidan izokratik elyutsiya rejimi va diodli massiv detektori (DAD) yordamida amalga oshirildi. Mobil faza sifatida asetonitril va bufer eritmasi ishlatilgan. Spektral ma'lumotlar 200 dan 400 nm gacha bo'lgan spektral diapazonda o'rganildi.

Xromatografiya shartlari:

Xromatograf - Agilent Technologies 1260

Mobil faza (izokratik rejim) - asetonitril - bufer eritmasi (35:75)

pH=2,92 15-20 min.

In'ektsiya hajmi - 5 mkl.

Mobil fazaning tezligi 0,75 ml/min.

Ustun - Eclipse XDB - C18. 5,0 mkm, 4,6x250 mm.

Detektor - diodli matritsali detektor, to'lqin uzunligi 254, 320, 381 nm

*Cistanche salsa*ning suvda eriydigan vitaminlar tahlili gradient elutsiya rejimi va diodli massiv detektori (DAD) yordamida YuQSX (ВЭЖХ) yordamida amalga oshirildi. Mobil faza sifatida asetonitril va bufer eritmasi ishlatilgan. Spektral ma'lumotlar 200 dan 400 nm gacha bo'lgan spektral diapazonda o'rganildi.

Xromatografiya shartlari:

Mobil faza (gradient rejimi) – asetonitril – bufer eritmasi pH=2,92 (4%: 96%) 0-6 min., (10%: 90%) 6-9 min., (20%: 80%) 9-15., (4% : 96%) 15-20 min.

In'ektsiya hajmi - 10 mkl.

Mobil fazaning tezligi 0,75 ml/min.

Ustun - Eclipse XDB - C18. 5,0 mkm, 4,6x250 mm.

Detektor - diod-matritsali detektor, to'lqin uzunliklari 272, 292, 254, 297, 360 nm.

Erkin aminokislotalarni ajratib olish.

Namunalarning suvli ekstraktidan oqsillar va peptidlarni cho'ktirish sentrifugali stakanlarda amalga oshirildi. Buning uchun 1 ml sinov namunasiga 1 ml (aniq hajm) 20% TXUK qo'shildi. 10 daqiqadan so'ng, cho'kma 15 daqiqa davomida 8000 ayl/m tezlikda santrifugalash orqali ajratildi. 0,1 ml cho'ktirilgan eritma ajratilgan va muzlatilgan holda quritilgan. Gidrolizat bug'landi, quruq qoldiq trietilamin-asetonitril-suv (1:7:1) aralashmasida eritildi va quritildi. Kislota neytrallash uchun bu operatsiya ikki marta takrorlandi. Feniltioizosiyanat bilan reaksiyaga kirishib, Stiven A., Koen Daviel usuli bo'yicha aminokislotalarning feniltiokarbamil hosilalari (FTK) olingan. Aminokislota hosilalarini aniqlash YuQSX (ВЭЖХ) tomonidan amalga oshirildi. YuQSX shartlari: DAD detektorli Agilent Technologies 1200 xromatografi, 75x4,6 mm Discovery HS C18 ustuni. A eritmasi: 0,14 M CH_3COONa + 0,05% TEA pH 6,4, B: CH_3CN. Oqim tezligi 1,2 ml/min, yutilish 269 nm. Gradient %B/min: 1-6%/0-2,5min; 6-30%/2,51-40min; 30-60%/40,1-45 min; 60-60%/45,1-50min; 60-0%/50,1-55min.

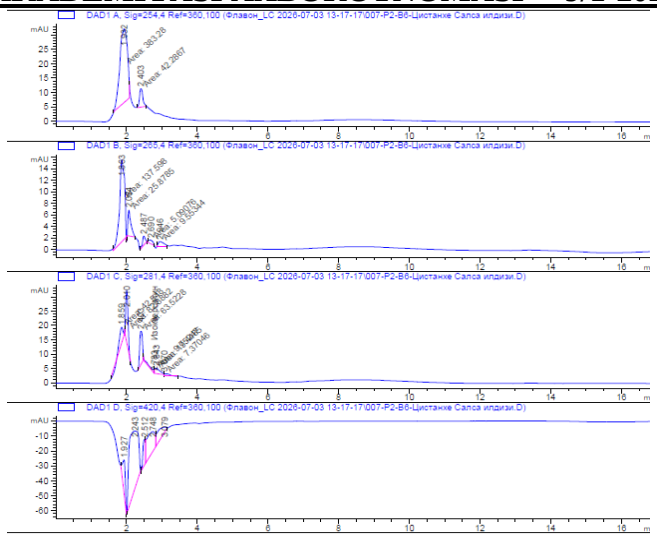
Natijalar va muhokamalar. Xorazm viloyati Tuproqqala tumani va Qoraqalpog'iston respublikasi To'rtko'l tumanlari cho'l hududlarida o'sadigan *Cistanche salsa*ning flavonoidlar tarkibi birinchi marta o'rganildi. Analizda namuna sifatida *Cistanche salsa*ning yer ostki qismi, yer ustki qismi va gullari olindi. Natijalar 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval.

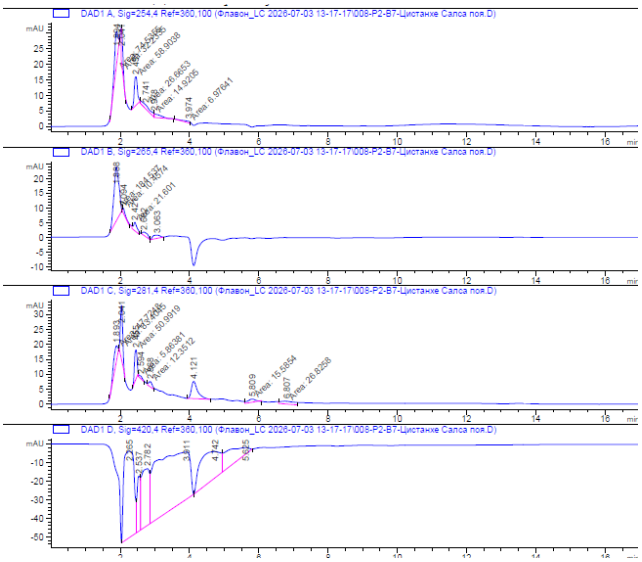
Flavonoid analizi natijalari

№	Nomi	Flavonoidlar miqdori, mg/100g								
		Apigenin	Rabinin	Rutin	Gipolaetin	Izoramietin	Gall kislota	Giperazid	Izokversitin	Kversitin
1	**Cistanche salsa yer ostki qismi**	-	1,131	9,535	-	-	15,232	-	-	-
2	**Cistanche salsa yer ustki qismi**	-	0,135	6,989	-	-	19,328	-	0,288	-
3	**Cistanche salsa guli**	-	0,497	13,115	0,101	0,854	24,161	-	0,380	0,551

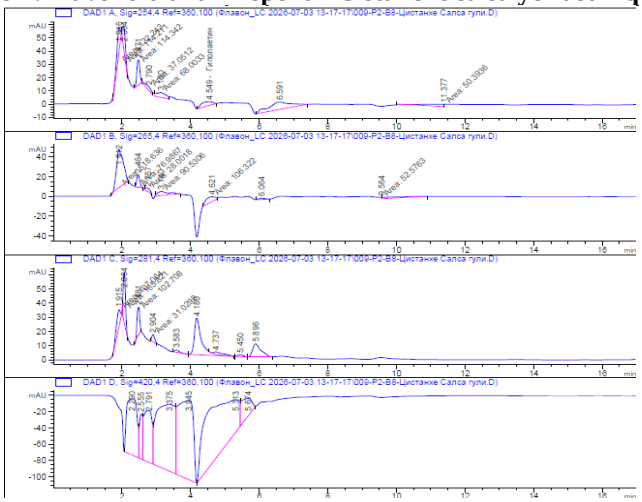
Cistanche salsa turida 1-jadvaldan ko'rinib turganidek flavonoidlardan ayrimlari uchraydi. Jumladan o'simlikning yer ustki qismida eng ko'p miqdorda Gall kislotasi 19,328mg/100g, yer ostki qismida 15,232mg/100g, gulida 24,161mg/100g miqdorda, Rutin esa yer ustki qismida 6,989mg/100g, yer ostki qismida 9,535mg/100g va gulida 13,115mg/100g miqdorda ekanligi aniqlandi.



2-rasm. Flavonoid analizi spektri Cistanche salsa yer ostki qismi



3-rasm. Flavonoid analizi spektri Cistanche salsa yer ustki qismi



4-rasm. Flavonoid analizi spektri Cistanche salsa guli

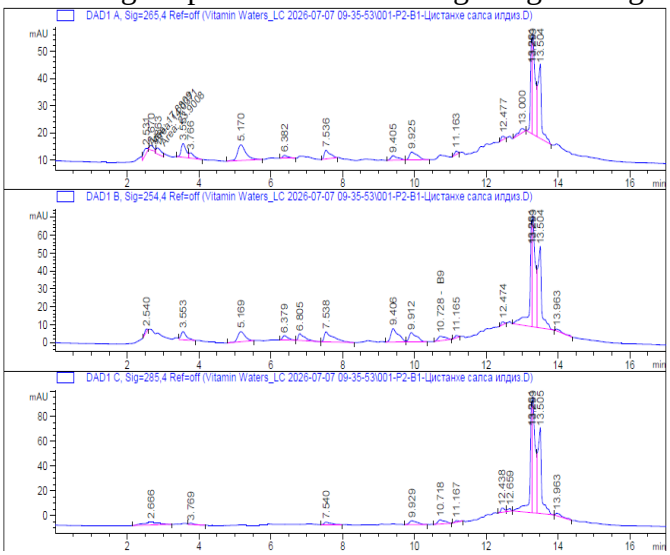
Xorazm viloyati Tuproqqala tumani va Qoraqalpog‘iston respublikasi To‘rtko‘l tumanlari cho‘l hududlarida o’sadigan *Cistanche salsa*ning suvda eriydigan vitaminlar tarkibi birinchi marta o‘rganildi. Analizda namuna sifatida *Cistanche salsa*ning yer ostki qismi, yer ustki qismi va gullari olindi. Natijalar 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval.

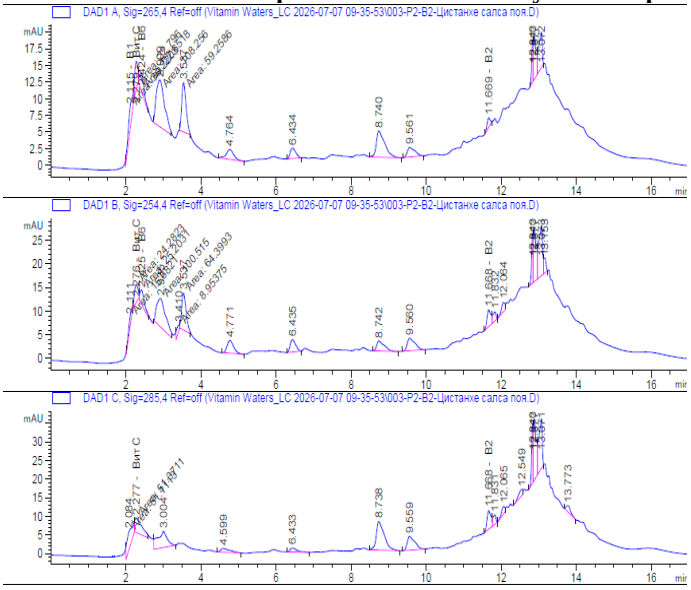
Vitamin analizi natijalari

№	Nomi	Vitaminlar miqdori, mg/100g						
		B1	B6	B9	PP	C	B2	B12
1	**Cistanche salsa yer ostki qismi**	-	-	3.102	0.139	-	-	-
2	**Cistanche salsa yer ustki qismi**	0.163	0.756	-	-	11.559	0.294	-
3	**Cistanche salsa guli**	0.435	0.481	2.737	0.432	5.854	0.085	-

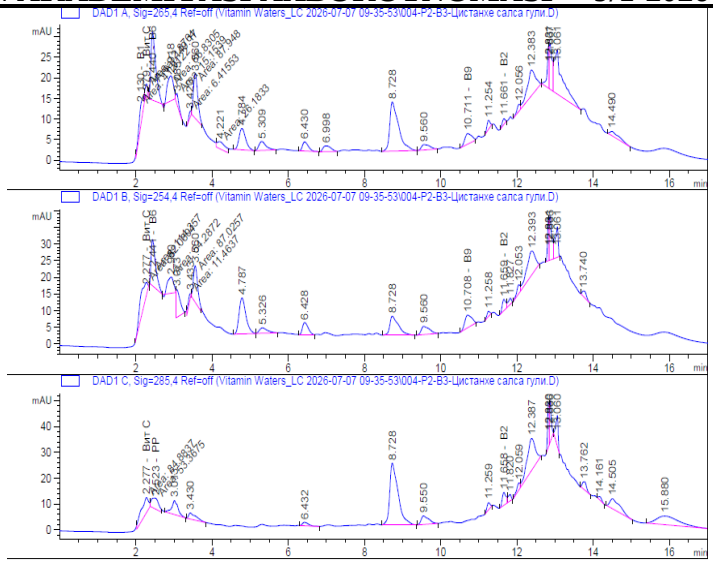
Vitamin analizi natijalariga ko'ra 2-jadvalda ko'rsatilganidek, *Cistanche salsa* o'simligining yer ostki qismida eng ko'p B9 vitamini 3.102mg/100g, yer ustki qismida eng k'op C vitamini 11.559mg/100g va gulida ham eng ko'p C vitamini 5.854mg/100g ekanligi aniqlandi.



5-rasm. Vitamin analizi spektri Cistanche salsa yer ostki qismi



6-rasm. Vitamin analizi spektri Cistanche salsa yer ustki qismi



7-rasm. Vitamin analizi spektri Cistanche salsa guli

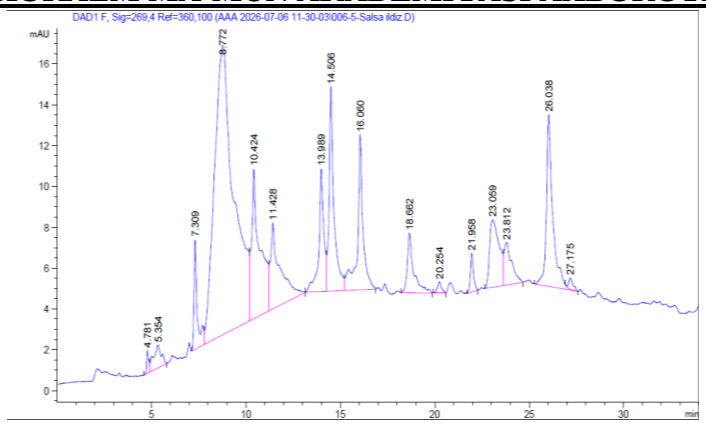
Xorazm viloyati Tuproqqala tumani va Qoraqalpog‘iston respublikasi To‘rtko‘l tumani cho‘l hududlarida o’sadigan *Cistanche salsa*ning aminokislota tarkibi birinchi marta o‘rganildi. Analizda namuna sifatida *Cistanche salsa*ning yer ostki qismi, yer ustki qismi va gullari olindi. Natijalar 3-jadvalda keltirildi.

3-jadval.

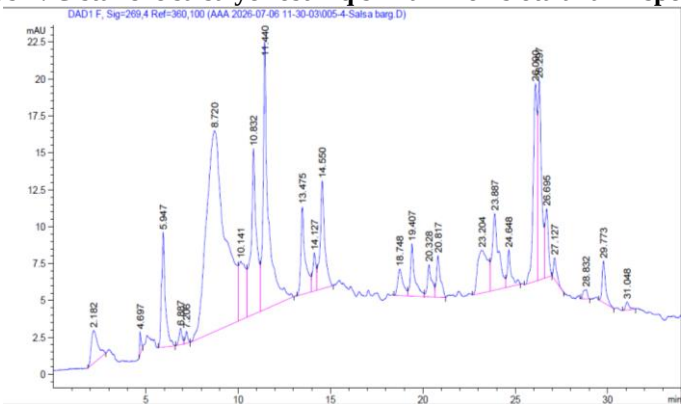
Aminokislota analizi natijalari.

Aminokislotalar nomi	Cistanche salsa guli	Cistanche salsa yer ostki qismi	Cistanche salsa yer ustki qismi
	Aminokislotalar miqdori mg/gr		
Asparagin kislotasi	0.432738	0.197241	0.092505
Glutamin kislotasi	0.167087	0.157945	0.202081
Serin	1.215561	0.830357	0.572066
Glisin	2.972847	1.616324	1.032294
Asparagin	2.964653	3.231362	2.287596
Glutamin	3.215471	3.159031	4.076029
Sistein	2.339891	2.533333	2.003279
Treonin	0.598566	0.346693	0.375367
Argenin	0.813651	0.58955	1.026578
Alanin	0.440678	2.190484	0.165138
Prolin	10.488526	6.672992	2.645631
Tirozin	1.714165	0.540288	0.963953
Valin	0.852843	1.035573	0.797507
Metionin	0.409334	0.300238	0.288347
Gistidin	1.112144	0.504957	6.358736
Izoleysin	0.593164	0.503213	0.454125
Leysin	1.180122	0.899968	0.369894
Triptofan	0.285452	0.223716	0.284841
Fenilalanin	0.268811	0.293083	0.136125
Lizin	0.227054	0.155511	0.242886
Umumiy	**33.29276**	**25.98186**	**24.37498**

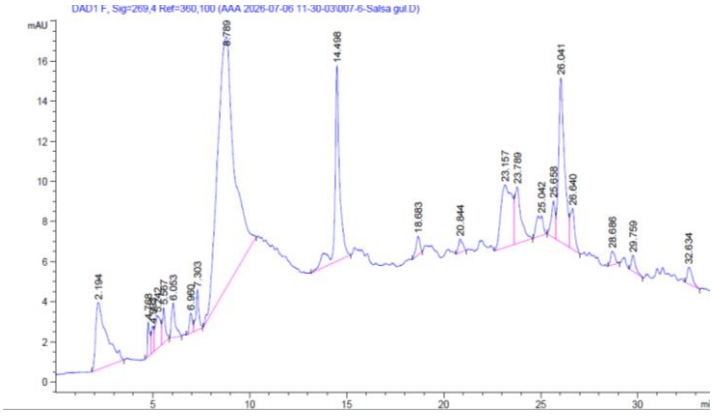
Aminokislota analizi natijalariga ko‘ra 3-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, umumiy aminokislotalar miqdori Cistanche salsa yer ostki qismida 25,98186mg/g, o‘simlikning yer ustki qismida esa 24,37498mg/g va o‘simlikning gul qismida 33,29276mg/g ekanligi aniqlandi. Bu esa umumiy aminokislota miqdori o‘simlikning gul qismida eng ko‘p mavjud ekanligini ko‘rsatadi.



8-rasm. Cistanche salsa yer ostki qismi aminokislota analizi spektri



9-rasm. Cistanche salsa yer ustki qismi aminokislota analizi spektri



10-rasm. Cistanche salsa gul qismi aminokislota analizi spektri

Xulosalar. Shunday qilib, Xorazm viloyati Tuproqqala tumani va Qoraqalpog'iston respublikasi To'rtko'l tumani cho'l hududlarida o'sadigan *Cistanche salsa* o'simligi qismlarining flavonoidlar, suvda eriydigan vitaminlar va aminokislotalar tarkiblari birinchi marta o'rganildi va ushbu o'simlik tarkibi flavonoid, vitamin, aminokislotalarga boy ekanligi aniqlandi. Ushbu tadqiqot natijalari Xorazm viloyati va Qoraqalpog'iston respulikasida *Cistanche salsa* yetishtirish uchun istiqbolli xom ashyo manbai bo'lib xizmat qilishi mumkinligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. O'zbekiston florasi V jild Toshkent-1961.-510 b.

2. "Qoraqalpog'iston va Xolrazm oliy o'simliklari bo'yicha tasvirli qo'llanma", Korovina O.N., Baxiyev A., Tojitdinov M.T., Sariboyev B. 1 va 2 jildlar, FAN, Toshkent, 1983 y.

3. Cistanches Herba: uning kimyosi, farmakologiyasi va farmakokinetik xususiyatlariga umumiy nuqtai etnofarmakologiya jurnali 219-jild. Zhifei Fu, Xiang Fan, Xiaoying Vang, Xiumei Gao. 2018 yil 12 iyun 233-247-betlar

4. A. N. Panche, A. D. Diwan and S. R. Chandra. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science (2016), vol. 5, e 47, page 1 of 15

5. Burak M & Imen Y (1999) Flavonoids and their antioxidant properties. Turkiye Klin Tip Bil Derg 19, 296–304.

6. Lee Y, Yuk D, Lee J, et al. (2009) Epigallocatechin-3-gallate prevents lipopolysaccharide-induced elevation of β-amyloid generation and memory deficiency. Brain Res 1250, 164–174.

7. Rastitelnie resursi Rossii i sopredelnix gosudarstv. Ch. II. – SPb.: Mir i Semya – 95, 1996. – 289 s.

8. Tursunov J.I., Ibragimov A.A., Ishimov U.J. Izuchenie aminokislotnogo i vitaminnogo sostava nadzemnoy i podzemnoy chastey rasteniya Cistanche mongolica, proizrastayushego v Uzbekistane // Universum: ximiya i biologiya. – 2021. – № 12-1 (90). – S. 72–75.

9. Cistanches Herba: An overview of its chemistry, pharmacology, and pharmacokinetics property / Zhifei Fu, Xiang Fan, Xiaoying Wang, Xiumei Gao // Journal of ethnopharmacology. – 2018. – Vol. 219. – P. 233–247.

10. Gu C., Yang X., Huang L. (2016). *Analysis of bioactive compounds, vitamins, and health applications of Cistanche species*. Journal of Natural Medicines, 70(3), 355-365.

11. Kazmierczak-Baranska, J, Boguszewska, K, Adamus-Grabicka, A, and Karwowski, BT. Two faces of vitamin C-Antioxidative and pro-oxidative agent. Nutrients. (2020) 12:1–19. doi: 10.3390/nu12051501.

12. Busso, D, David, A, Penailillo, R, Echeverria, G, Rigotti, A, Kovalskys, I, et al. Intake of vitamin E and C in women of reproductive age: results from the Latin American study of nutrition and health (ELANS). Nutrients. (2021) 13:1954:1–16. doi: 10.3390/nu13061954

13. Klosterbuer A., Roughead Z.F., and Slavin J. Benefits of dietary fiber in clinical nutrition. Nutr Clin Pract. (2011) 26:625–35. doi: 10.1177/0884533611416126

14. Zemrani B., and Bines J.E. Recent insights into trace element deficiencies: causes, recognition and correction. Curr Opin Gastroenterol. (2020) 36:110–7. doi: 10.1097/MOG.0000000000000612

15. Ma, Z. G., & Tan, N. H. (2002). *Studies on amino acid profile and chemical constituents of cultivated Cistanche salsa*. Zhongyao Cai (Journal of Chinese Medicinal Materials), 25(9), 633-634.

16. Zhang, K., Ma, X., He, W., Li, H., & Xu, R. (2014). *Nutritional evaluation of Cistanche salsa: Amino acid composition and its antioxidant/anti-aging activities*. Phytomedicine, 21(7), 920-928

UO'K: 541.49;546.73/.74;546.47;546.56;547.789;547.83

Co(II), Ni(II), Zn(II) VA Cu(II)LARNI 2-AMINO-5-ETILTIO-1,3,4-TIADIAZOL VA 1.10-FENANTROLIN BILAN ARALASH LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMALARI SINTEZI VA TADQIQOTI

Z.I.Matmuratova, magistrant, texnik-laborant, Urganch xalqaro aeroporti, Urganch
Sh.D. Karajanova, o'qituvchi, Toshkent Tibbiyot akademiyasi,Toshkent
B.S.Torambetov, dots., O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent

Annotatsiya. *Mazkur maqolada 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol va 1.10-fenantrolin ligandlari asosida ba'zi 3d metallari Co(II), Ni(II), Zn(II) va Cu(II) xlorid, bromid, perxlorat tuzlari yordamida yangi kompleks birikmalari sintez tadbiq qilingan. Sintez qilib olingan yangi kompleks birikmalar tarkibi va tuzilishi elementar tahlil, IQ- spektroskopiya, diffuzion qaytarilish elektron spektri termik tahlil natijalari yordamida o'rganildi. Elementar tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, sintez jarayonida 1:2:1 molyar nisbatlarda Metal:L:phen bo'lgan xelat birikma hosil qiluvchi komplekslar hosil bo'ladi. IQ-spektroskopik tahlil natijalari asosida ligandning koordinatsiyaga uchrashi aminoguruhga nisbatan 3-holatda joylashgan kuchli elektron beruvchi endotsiklik azot atomi orqali amalga oshishi aniqlandi va natijada tetragonal piramida shaklidagi kompleks birikmalar hosil bo'lishi aniqlandi.*

Kalit so'zlar: *kompleks birikma, 3d metal, xelat birikma, IQ – spektroskopiya, diffuz qaytarilish elektron spektrlari, termik tahlil.*

Аннотация. *В данной статье представлены результаты синтеза новых комплексных соединений на основе лигандов 2-амино-5-этилтио-1,3,4-тиадиазола и 1,10-фенантролина с использованием различных солей 3d-металлов, включая хлориды, бромиды и перхлораты Co(II), Ni(II), Zn(II) и Cu(II). Состав и строение синтезированных новых комплексных соединений изучены с помощью элементного анализа, ИК-спектроскопии, электронных спектров диффузного отражения и термического анализа. Результаты элементного анализа показали, что в процессе синтеза образуются хелатные комплексы с молярным соотношением Металл:L:фенантролин 1:2:1. На основании данных ИК-спектроскопии было установлено, что координация лиганда осуществляется через сильно донорный эндоциклический атом азота, расположенный в 3-м положении по отношению к аминогруппе, что приводит к образованию комплексов с тетрагонально-пирамидальной структурой.*

Ключевые слова*: комплексное соединение, 3d-металл, хелатное соединение, ИК-спектроскопия, электронных спектров диффузного отражения, термического анализа.*

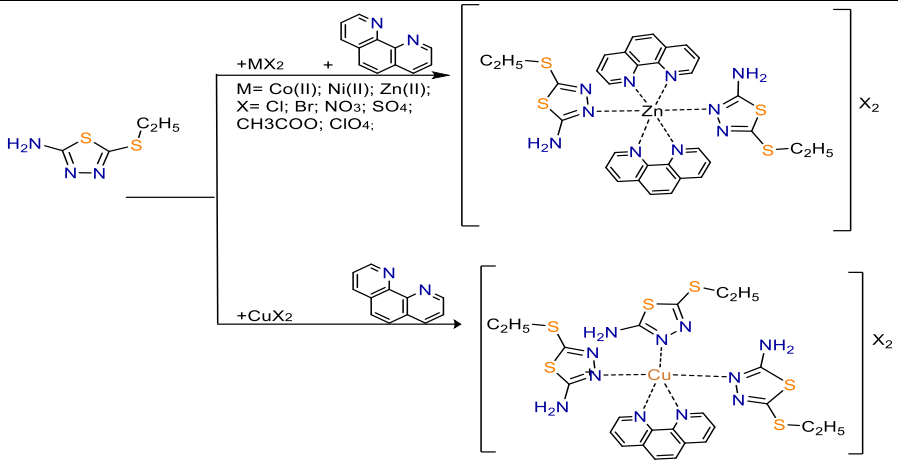
Abstract. *This article reports on the synthesis of novel complex compounds based on 2-amino-5-ethylthio-1,3,4-thiadiazole and 1,10-phenanthroline ligands, using various 3d metal salts, including chloride, bromide, and perchlorate salts of Co(II), Ni(II), Zn(II), and Cu(II). The composition and structure of the synthesized new complex compounds were studied using elemental analysis, IR spectroscopy, diffuse reflectance electron spectra, and thermal analysis. Elemental analysis results indicated the formation of chelate complexes with a Metal:L:phen molar ratio of 1:2:1 during the synthesis process. Based on IR spectroscopic analysis, it was determined that ligand coordination occurs through the strong electron-donating endocyclic nitrogen atom located in the 3-position relative to the amino group, resulting in the formation of tetragonal pyramidal complexes.*

Keywords*: complex compound, 3d metal, chelate complex, IR spectroscopy, diffuse reflectance electron spectra, thermal analysis*

Kirish. Koordinatsion birikmalar kimyosida eng muhim birikmalardan biri bo‘lgan geterosiklik tiadiazol birikmalari hosilalari orqali turli xil tautomer o‘zgarishlarda atom va guruhlarning o‘zaro ta’sirini o‘rganish, shuningdek ular tarkibida bir nechta potensial donor atomlari borligi alohida ahamiyatga egaligi bilan ajralib turadi. Chunki ushbu birikmalar fanning turli sohalarida texnika, meditsina, qishloq xo‘jaligi, kimyoviy ishlab chiqarish va boshqa jabhalarda keng ishlatiladi. Koordinatsion kimyoda ularni keng tadbiq etishda turli xil farmakologik xossalari tufayli katta e'tiborni tortadi, ular orasida antibakterial, antikoagulyantlar, antibiotiklar, antifungal, antikanser va yallig‘lanishga qarshi biologik faolliklarini namoyon qilib kelgan. Shu sababli hozirgi kunda biologik faollikga ega oraliq metallarning 1,3,4-tiadiazol hosilalari asosida olingan kompleks birikmalarini o‘rganish va ularni sintez qilish metodikasi ishlab chiqish zarurdir[1-5]. Bunday turdagi geteroligandli kompleks birikmalar tarkibi va tuzilishi jihatdan faqatgina muhim tadqiqot sohalariga yo‘l ochib qo‘ymasdan, balki sinergizm hodisasi sababli, yangi fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lgan biologik faol birikmalarni yaratish imkoniyatini beradi[6-8].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Tiadiazol molekulalarida bir nechta donor atomlarning mavjudligi ligandlarning mono- va bidentat koordinatsiyasi bilan o‘tish metall ionlari bilan ko‘p sonli koordinatsion birikmalar hosil bo‘lishini osonlashtiradi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, geterotsiklik birikmalarning rivojlangan kimyosi tarixi bir necha o‘n yilliklar davomida davom etayotganiga qaramay, koordinatsion birikmalarning ligandlari sifatida tiadiazol hosilalari asosidagi geterotsiklik birikmalarni tadqiq qilish sohasi yetarli darajada o‘rganilmagan, garchi ular orasida biologik faol moddalarni izlash alohida hisobga olingan bo‘lsada sinergizm juda istiqbolli ko‘rinadi[9-10].

Fenantrolin hosilalariga asoslangan supramolekulyar birikmalar xelat molekulalarni molekulyar tanib olish, yaxshi lyuminessent xususiyatlarga ega molekulyar qurilmalarni yaratish, fotonik, optoelektronika va elektrokimyoviy tahlil uchun yangi materiallar uchun ishlatiladi. Fenantrolin molekulasiga yangi funktsional guruhlarning kiritilishi uni qo‘llash doirasini sezilarli darajada kengaytiradi]. Ushbu dissertatsiya ishida 1,10-fenantrolin polidentat ligandlarining o‘z ichiga olgan stiril o‘rnini bosuvchi hosilalarini sintez qilish usullari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular turli xil tuzilishdagi supramolekulyar komplekslarni olish uchun ham biokimyoviy elementlar, ham qurilish bloklari sifatida qiziqish uyg'otadi. Fotokimyoviy faol komponentlarni supramolekulyar kompleksga kiritish natijasida qiziqarli va potentsial foydali xususiyatlarga ega tizim paydo bo‘lishini kutish kerak. 1,10-fenantrolin koordinatsion kimyodagi faol ligand bo‘lib, u komplekslarining o‘ziga xos xususiyatlari bilan metall ionlarini bog‘lashning ko‘p qirraliligini birlashtiradi[11]. Masalan, fenantrolinli metall komplekslari kuchli lyuminisensiya bilan namoyon bo‘lishi yoki DNK bilan interkalativ tarzda o‘zaro ta'sir qilishi mumkin, ba’zi hollarda DNK parchalanishi, shu sababli, metall kationlari va anionlari, ionoforlar, shuningdek, polinukleotidlar uchun yangi interkalatsiya qiluvchi agentlar uchun yangi molekulyar kimyosensorlarni ishlab chiqish uchun ochiq zanjirli yoki makrosiklik birikmalarga fenantrolinni kiritish orqali yaqinda bir qator fenantrolin o‘z ichiga olgan ligandlar sintez qilindi. Bundan tashqari, fenantrolin qattiq va uning siklik yoki asiklik tuzilmalarga kiritilishi hosil bo‘lgan ligandga yuqori darajadagi oldindan barqarorlikni berishi mumkin, bu esa barqaror kompleks hosil qiluvchi moddalarni beradi[12-14].



1-rasm. Ligand L va phen asosida sintez qilingan kompleks birikmalarning xarakteristikasi

Tadqiqot metodologiyasi. Komplekslarning sintez qilishda adabiyotlardan foydalanilgan holda sintez metodikasi ishlab chiqildi. Kompleks birikmalar sintezi spirtli muhitda ya'ni etanol va metanolda olib borilib, tegishli ravishda metallarni xloridlari, bromidlari, perxloratlari, sulfat, nitrati va atsetati yordamida mol nisbati Cu:L:phen 1:3:1 va M:L:phen 1:2:2 ta'sirlashtirilib, umumiy formulasi $[CuL_3phen]X$ va $[ML_2(phen)_2]X$ bo'lgan yangi komplekslari olindi(1-chizma). Bunda metallar Co(II), Ni(II), Zn(II) va Cu(II); L- 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol; phen-1.10-fenantrolin; X- Cl^-, Br^-, ClO_4^-, SO_4^{2-} NO_3^-, CH_3COO^-, reaksiya davomida komplekslar hosil bo'lishi hisobiga turli rang o'zgarishlari kuzatildi, reaksiyaning unumlari va suyuqlanish haroratlari aniqlandi.

Sintez qilingan komplekslarning suyuqlanish haroratlari ligand va metall tuzlarinikidan farq qilishi kuzatildi. Komplekslarning tarkibi va tuzilishi fizik-kimyoviy analiz usullaridan IQ-spektroskopiyasi va termogravimetrik analiz usullari yordamida o'rganildi. ˙. 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol va 1.10-fenantrolin ligandlari asosida Co(II), Ni(II), Zn(II) va Cu(II) tuzlari yordamida olingan yangi kompleks birikmalari element analiz natijalari va ularning xarakteristikalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

T/r	Birikmalar	Rangi	unum, %	T_{suyuq} °C	Topilgan, %					Brutto formulasi
					C	N	H	S	M	
1	L	Sariq	65	135-137	29,81	26,08	4,26	39,75	-	$C_4H_7N_3S_2$
2	o-fenantrolin	oq	-	117	80	15,55	4,44	-	-	$C_{12}H_8N_2$
3	$[CuL_3(phen)](CH_3COO)_2$	qizil	52	113-141	38	17,8	3,5	20,3	10,2	$CuC_{28}H_{35}N_{11}S_6O_4$
4	$[CuL_3(phen)]Cl_2$	Yashil	72	160.7-209.4	35,12	2,35	4,11	12,4	20,49	$CuC_{24}H_{29}N_{11}S_6Cl_2$
5	$[CuL_3(phen)](SO_4)_2$	ko`k	58	350-362	36,3	16,9	3,3	24,1	9,7	$CuC_{24}H_{29}N_{11}S_8O_8$
6	$[CuL_3(phen)](ClO_4)_2$	Yashil	66	190.9-193.4	40,66	2,48	9,5	13,82	21,04	$CuC_{24}H_{29}N_{11}S_6Cl_2O_8$
7	$[CuL_3(phen)](NO_3)_2$	yashil	52	141-153	45,96	2,18	16,5	17,48	12,23	$CuC_{24}H_{29}N_{13}S_6O_6$
8	$[NiL_2(phen)_2](ClO_4)_2$	Binafsha	52	138.8-218.1	47,37	2,87	25,7	18,13	12,35	$NiC_{32}H_{30}N_{10}S_4Cl_2O_8$
9	$[ZnL_2(phen)_2](ClO_4)_2$	oq	52	156-175	31,4	14,6	2,9	16,7	8,5	$ZnC_{32}H_{30}N_{10}S_4Cl_2O_8$
10	$[ZnL_2(phen)_2]Cl_2$	oq	60	77.4-92.6	32,85	1,78	21,1	16,44	20,09	$ZnC_{32}H_{30}N_{10}S_4Cl_2$
11	$[CoL_2(phen)_2]Br_2$	yashil	52	145-163	37,4	17,5	3,4	20	9,2	$CoC_{32}H_{30}N_{10}S_4Br_2$
12	$[Co(L_2(phen)_2]Cl_2$	yashil	59	109.8-141.6	41,33	2,78	9,5	13,86	20,04	$CoC_{32}H_{30}N_{10}S_4Cl_2$

Tahlil va natijalar. Geterosiklik birikma 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol va 1.10-fenantrolin ligandlari asosida Co(II), Ni(II), Zn(II) va Cu(II) xlorid, bromid, perxloratlari, sulfat, nitrati va atsetati tuzlari yordamida yangi kompleks birikmalarining koordinatsion markazlari IQ–spektroskopiyasi yordamida o'rganildi. Ligandning IQ spektrida yuqori chastotali sohada N-H, C-H funktsional guruhlari 3256 sm^{-1} va 3093 sm^{-1} cho'zilish tebranishlarining xarakterli yutilish zonalari aniqlangan.

2-jadval

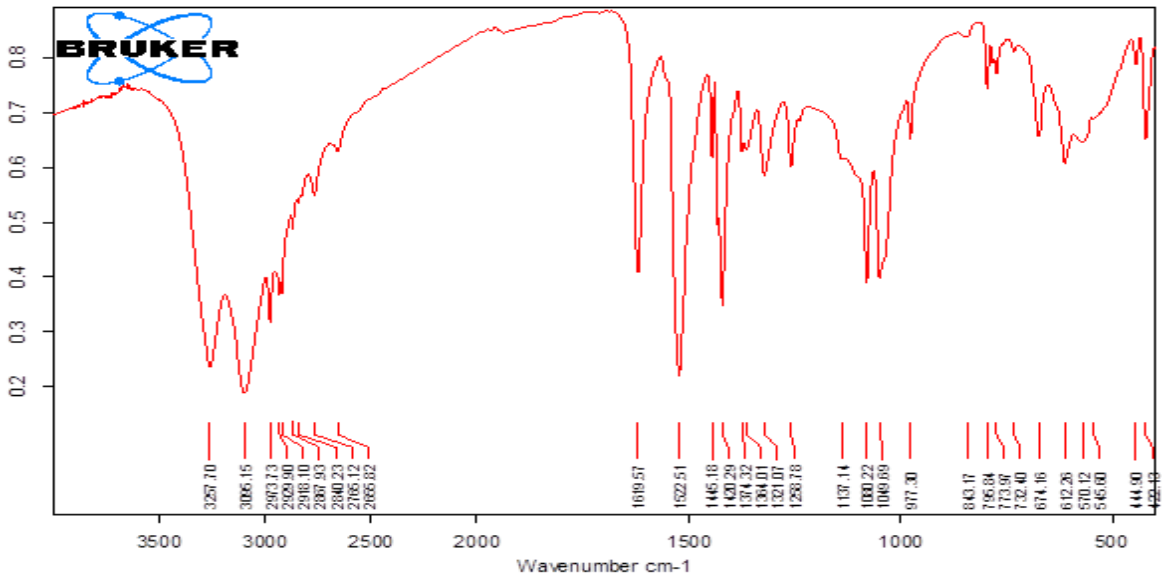
Ligandlar va olingan komplekslarining IQ spektrlaridagi asosiy chastotalar (cm^{-1})

Birikma	ν_s (C=N)	ν_{as} (C=N)	ν (N-N)	ν NH_2	ν (C-S)	δ NH_2	M-N	ν (C-H)	δ (C-H)
L	1619	1420	1049	3256	673	1522	-	-	-
o-fenantrolin	1616	1421	-	-	-	-	-	3033	724
$[CuL_3(phen)](CH_3COO)_2$	1621	1421	1049	3259	675	1523	420	3098	796
$[CuL_3(phen)]Cl_2$	1619	1423	1045	3309	653	1522	430	3058	724
$[CuL_3(phen)_2](SO_4)_2$	1627	1426	1042	3568	619	1520	434	3058	724
$[CuL_3(phen)](NO_3)_2$	1650	1453	1046	3288	648	1522	426	3058	748

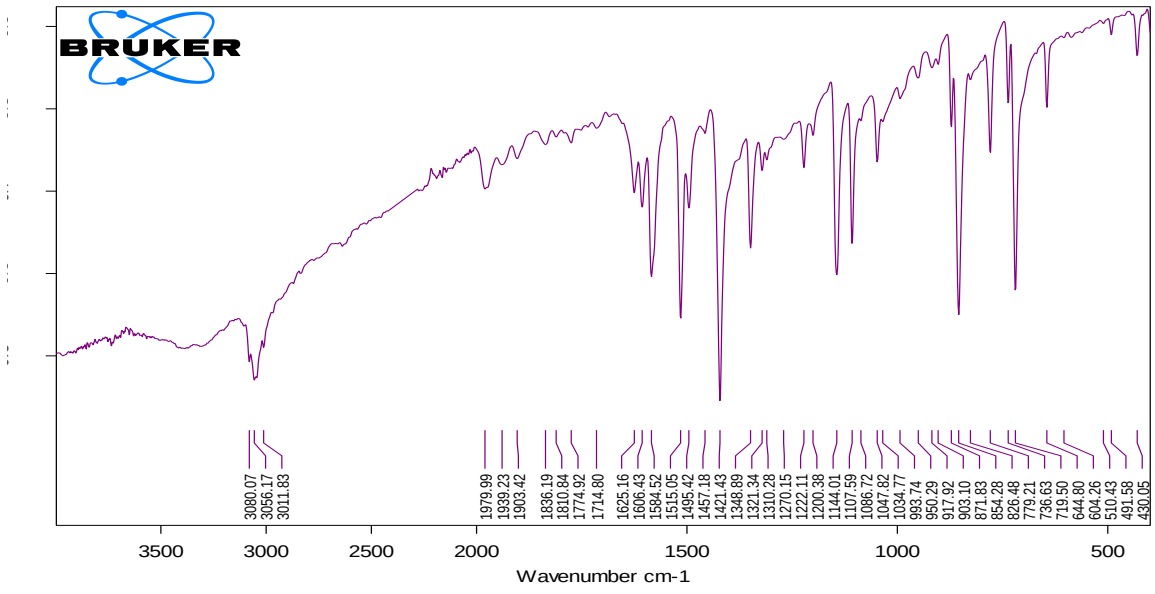
$[NiL_2(phen)_2](ClO_4)_2$	1611	1427	1062	3200	621	1520	425	3068	726
$[ZnL_2(phen)_2](ClO_4)_2$	1623	1448	1051	3211	619	1530	422	3061	764
$[ZnL_2(phen)_2]Cl_2$	1619	1420	1049	3257	674	1522	422	3096	732
$[CoL_2(phen)_2]Br_2$	1620	1427	1049	3257	675	1519	424	3093	716
$[CoL_2(phen)_2]Cl_2$	1620	1425	1080	3260	676	1520	420	3093	775

1619 sm^{-1} (C=N), 1420 sm^{-1} (C=N) o'rta chastotali sohalarda C=N funktsional guruhining simmetrik va assimetrik tebranishlarining yutilish sohalari va NH_2 aminoguruhining deformatsion tebranishlari paydo bo'ladi (C=N) va 1522 sm^{-1} (2-jadval). =N-N= va C-S bog'larining valent tebranishlari mos ravishda 1049-1080, 1556-1582 va 611-673 sm^{-1} sohalarda qayd etilgan. 1.10-fenantrolin IQ spektrida yuqori chastotali sohada N-H, C-H funktsional guruhlari 3271 sm^{-1} va 3098 sm^{-1} cho'zilish tebranishlarining xarakterli yutilish zonalari aniqlangan. 1628 sm^{-1} (C=N), 1419 sm^{-1} (C=N) o'rta chastotali sohalarda C=N funktsional guruhining simmetrik va assimetrik tebranishlarining yutilish sohalari va NH_2 aminoguruhining deformatsion tebranishlari paydo bo'ladi (C=N) va 1519 sm^{-1}. =N-N= bog'larining valent tebranishlari mos ravishda 1045-1031, 1556-1582 va 684-673 sm^{-1} sohalarda qayd etilgan.

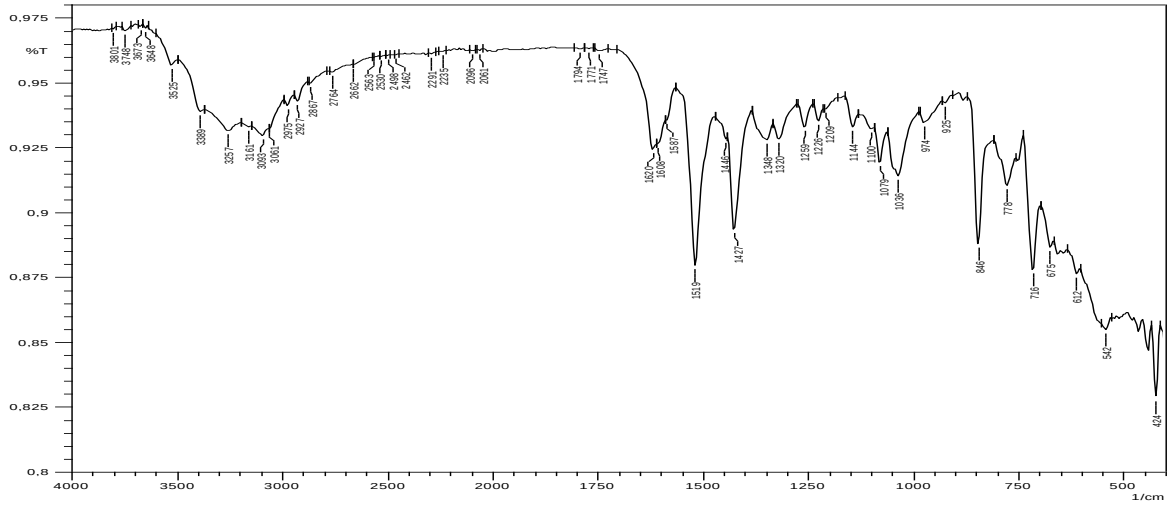
Ligand tabiati va sintez qilingan kompleks birikmalarning elektron o'tishlarini, shuningdek Cu(II) ionining oksidlanish darajasini hamda kompleks birikmalarning fazoviy tuzilishini aniqlash uchun kristal holidagi komplekslarning diffuzion qaytarilish elektron spektri o'rganildi.



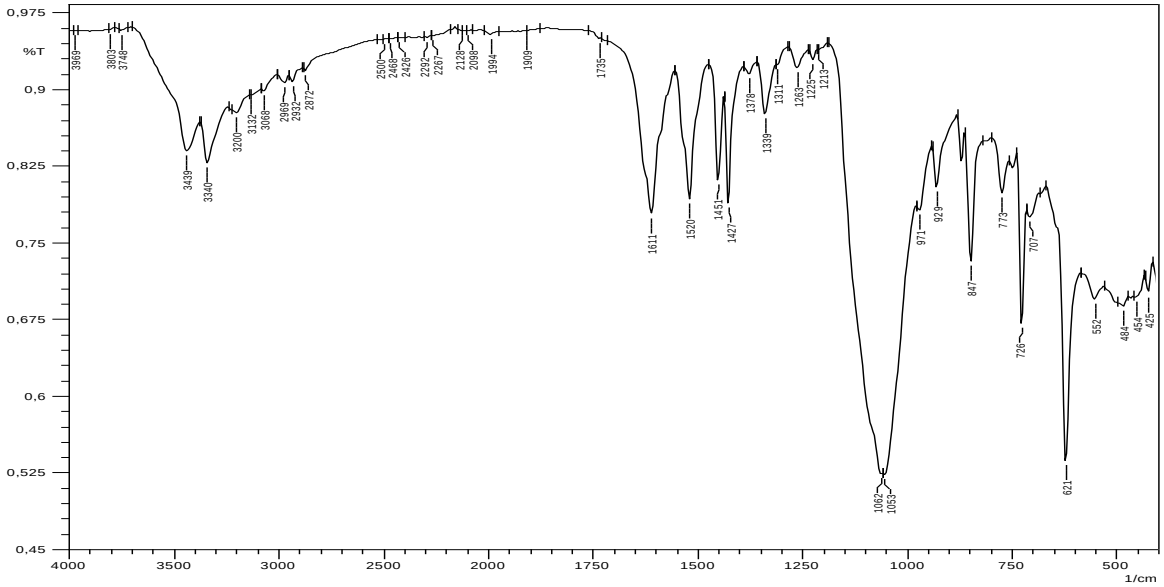
2-rasm.$[ZnL_2(phen)_2]Cl_2$ kompleksining IQ spektri



3-rasm.$[CuL_3(phen)]Cl_2$ kompleksining IQ spektri



4-rasm.[$CoL_2(phen)_2$]Br_2 kompleksining IQ spektri



5-rasm.[$NiL_2(phen)_2$]$(ClO_4)_2$ kompleksining IQ spektri

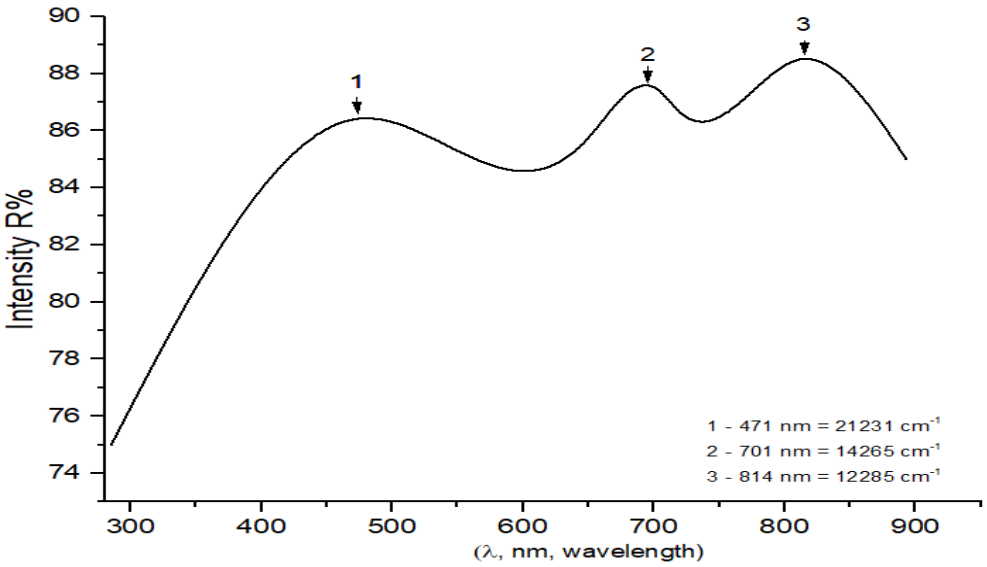
$[CuL_3(phen)](NO_3)_2$ tarkibli kompleks birikmaning diffuz qaytarilishining elektron spektrida 21231, 14265 va 12285 sm^{-1}dagi intensiv chiziqlar namoyon bo'lgan. Dastlabki ikkita chiziq $^2B_2 \rightarrow {}^2B_1$ va $^2B_2 \rightarrow {}^2A_1$ o'tishlariga mos keladi.

3-jadval

Asosiy o'tishlar, chiziqlarning tegishliligi va Rak parametrlarini hisoblash natijalari (cm^{-1})

Kompleks birikma	Nuqtali guruh	Asosiy o'tishlar			Rak parametrlari	
		ν_1	ν_2	ν_3	Dq	B
$[CuL_3(phen)](NO_3)_2$	C_{4h}	21231	14265	12285	1621	1013

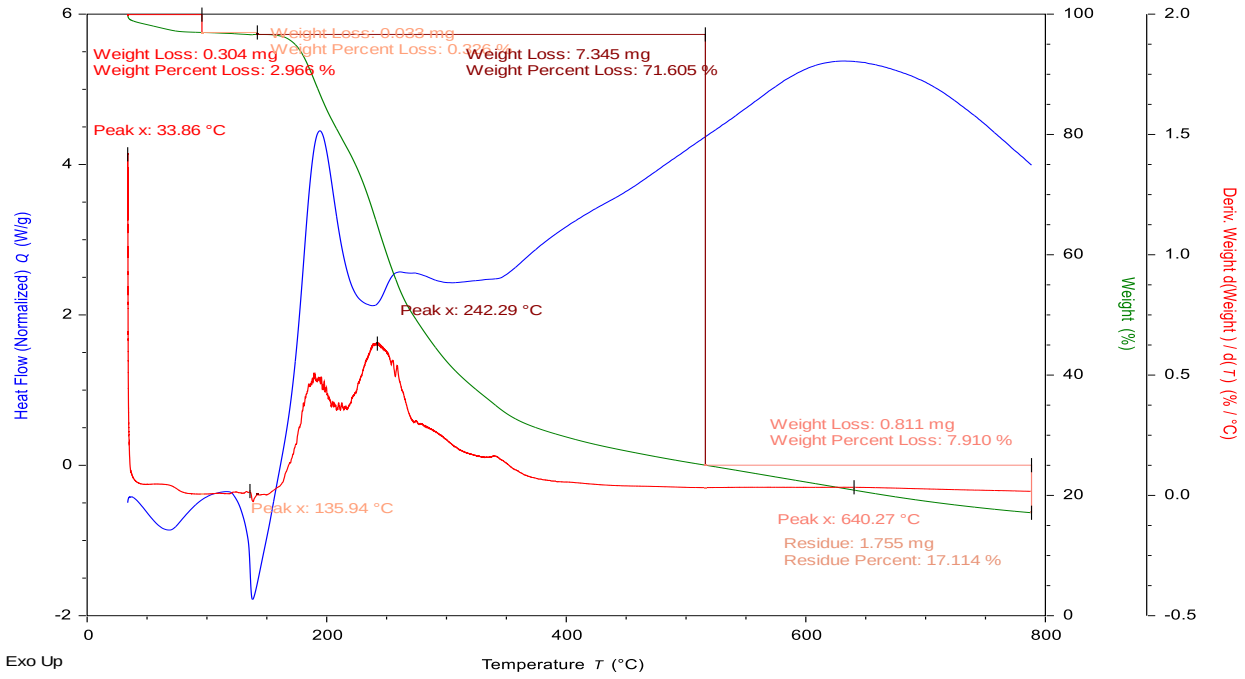
Bir qancha tekis kvadratli tuzilishga ea to'rt koordinatsion sonli kompleks birikmalarida d^9 konfiguratsiyali afzallikka ega, bunday birikmalar D_{2d} simmetriyaga ega bo'lib, ular xz, yz o'qlarida uchta asosiy o'tishlar $^2B_2$ dan $^2B_2 \rightarrow {}^2E$, $^2B_2 \rightarrow {}^2B_1$ va $^2B_2 \rightarrow {}^2A_1$ amalga oshishi mumkin. Ushbu kompleks birikmaning 21231 sm^{-1} sohasidagi chiziq tekis molekula uchun, egilgan chizig'i esa katta energiya tomonga siljishi natijasida yuzaga keladi. Shunday qilib, Cu(II) nitratning kristal holatdagi kompleksining diffuz qaytarilishning elektron spektri tahlili natijasida shuni aytish mumkinki, ligandlarning kuchli maydonda aniqlangan yutilish chiziqlari, katta chastotalar tomonga siljiydi.



6-rasm. $[CuL_3(phen)](NO_3)_2$ kompleksining diffuzion qaytarilishning elektron spektrlari

Shunga mos ravishda tekis tuzilish yo'nalishida koordinatsion poliedrning siqilish darajasi Cu(II) kompleksining tetraganol piramida tuzilishiga mos keladi. Shunday qilib, ligand va uning komplekslarini diffuz qaytarilishining elektron spektrini tadqiq etish natijasida shunday xulosa qilish mumkin: Cu(II) metalining ligand 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol va o-fenantrolin bilan hosil qilgan metallokompleks birikmalarida tetragonal piramida tuzilishga ega kompleks birikmalarini hosil qiladi.

Sintezlangan koordinatsion birikmalarning tarkibi va tuzilishini o'rganish ularning termogravigrammalarini olish bilan to'ldirildi. Termik tahlil natijalarini umumlashtirish shuni ko'rsatadiki, bu komplekslarning termal parchalanishi bir vaqtning o'zida molekulaning organik qismining yonishi, parchalanish mahsulotlarining oksidlanishi va tuzning parchalanishi bilan metall oksidlarining hosil bo'lishi bosqichma-bosqich davom etadi. Komplekslarning termogrammalarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, barcha birikmalar uchun molekulaning organik qismining harorat oralig'ida termik parchalanishi 100°C dan boshlanadi va 800°C da tugaydi. DTGA egri chiziqlarida bu jarayon bir qancha endo- va ekzo-effektlar) ayrim kimyoviy bog'lanishlarning uzilishi va yangilarining paydo bo'lishi bilan belgilanadi.



7-rasm.$[CuL_3(phen)](NO_3)_2$ kompleks birikmaning derivatogrammasi

Metall nitrat tuzi asosidagi kompleksining termogravigrammasida 180-300°C oralig'ida kompleksning umumiy massasida organik radikalni 57% yo'qotish bilan 2ta ligand molekulasidan chiqarib tashlash bilan bog'liq ekzoeffektlar aniqlangan va
keyinchalik 300 – 600°C oralig'ida 1 ta ligand va phen molekulalarining termik parchalanishi hisobiga ekzotermik jarayon bilan umumiy massa yo'qotish 78% gacha yetadi. Oxirgi mahsulot sifatida Cu_2O tuzi qolishi aniqlandi.

4-jadval.

Kompleks birikmaning termik analizi natijasi

Birikma	Temperaturaning termoeffekt holatlari, ^0C	Ta'sirnig tabiati	Massani yo'qolishi %		Termoliz mahsulotlarining tarkibi
			Topildi	Hisoblangan	
$[CuL_3(phen)](NO_3)_2$	180-300	Ekzo	57%	56.7%	Cu_2O 22%

315-640°C da sintezlangan komplekslarning termogravigrammalariga oxirgi effektlar metall tuzlarining hosil bo'lishiga bog'liq. Shunday qilib, termik tadqiqot ma'lumotlari elementar tahlil va spektroskopik tadqiqotlar natijalari asosida taklif qilingan komplekslar formulalarining to'g'riligini tasdiqladi

Xulosa. Shunday qilib, tadqiqot natijasida 2-amino-5-etiltio-1,3,4-tiadiazol va 1,10-fenantrolin ligandlari asosida Co(II), Ni(II), Zn(II) va Cu(II) ionlarining turli anionli tuzlari bilan yangi kompleks birikmalar sintez qilindi. Elementar tahlil natijalari komplekslarning tarkibini va metall:ligand nisbatlarini aniqlash imkonini berdi. IQ-spektroskopik tadqiqotlar ligandlarning metall ionlari bilan koordinatsiyalanishi, xususan, tiadiazol halqasidagi endotsiklik azot atomi orqali amalga oshishini ko'rsatdi. Cu(II) kompleksining diffuz qaytarilish elektron spektri asosida uning tetragonal-piramidal koordinatsion tuzilishga ega ekanligi aniqlandi. Termik tahlil natijalari komplekslarning bosqichma-bosqich parchalanishini hamda organik ligandlarning termik destruksiyasini tasdiqladi. Olingan natijalar sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi haqidagi xulosalarni fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. B.S.Torambetov, Sh.A.Kadirova, T.Toshmurodov, J.Ashurov, N.Parpiev, A. Ziyaev. Crystal structure of tetra-l-acetato-bis[(5-amino-2-methylsulfanyl-1,3,4-thiadiazole-jN1)copper(II)] // Acta Cryst. –2019. –V.75. P.1239-1242.

2. Sh.A.Kadirova, M.M.Ishankhodzhaeva, N.A.Parpiev, A.Tozhiboev, B.Tashkhodzhaev, Z.Karimov. Tetragonal-Pyramidal Complex of Copper Nitrate with 2-Amino-5-ethyl-1,3,4-thiadiazole // Russian Journal of General Chemistry, –2008. P.2398-2402.

3. Sh.A.Kadirova., B.S.Torambetov., A.J.Abdireymov. Синтез и изучение методом РСА комплекса бис(ацето)-бис(2-амино-5-метилтио-1,3,4-тиадиазол) кобальта(II).//The 1st International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science.-2022.-№9(6).

4. Y.K.Absoatov., A.J.Abdireymov., B.S.Torambetov., Sh.A.Kadirova. 2-амино-5-меркапто-1,3,4-тиадиазол NNN'N'-тетраметилендиаммин асосида мис(II) ионининг аралаш лигандли комплекс бирикмасини квант кимёвий ҳисоблаш натижалари.// Тошкент-2020.P.97-98

5. B.S.Torambetov., Sh.A.Kadirova., G.U.Xayrulayev., A.N.Parpiyev., Синтез и исследование структуры пятикоординационного комплекса хлорида Cu(II) с 2-амино-5-этилтио-1,3,4-тиадиазолом.//Научно-технический и производственный журнал.-Ташкент.2020.-№9(75)

6. Sh.A.Kadirova., B.S.Torambetov., T.T.Toshmurodov., A.A.Ziyaev., D.A.Azimova., Synthesis and investigation of zinc and copper nitrates with 2-ethylthio-5-acetamido-1,3,4-thiadiazole. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences,.Vienna-2019.-№3(5)P45-50.

7. A.Bharti., P.Bharati., N.K.Singh., M.K.Bharty., NNS tridentate thiosemicarbazide and 1,3,4-thiadiazole-2-amine complexes of some transition metal ions: Syntheses, structure and fluorescence properties // Journal of Coordination Chemistry,-2015.-№6369(7)

8. Deng Y., Liu J., Zhang Q., Li F., Yang Y., Li P., Ma J. Transition metal-induced reductive coupling of 2-amino-1,3,4-thiadiazole with acetonitrile: Synthesis and structural characterization of two Co(III) complexes with amidine. Inorganic Chemistry Communications, 2008.-№ 11(4). P.433–437

9. P.Bharati., A.Bharti., M.K.Bharty., S.Kashyap., U.P.Singh., N.K.Singh. Synthesis, spectral and structural characterization of Ni(II), Cu(II), Zn(II), Cd(II) and Hg(II) complexes with 2-mercapto-5-methyl-1,3,4-thiadiazole: A Zn(II) complex acting as a new sensitive and selective fluorescent probe for the detection of Hg^{2+} in H_2O-MeOH medium // Polyhedron.-2013-№63(9). P. 222-231.

10. R.K. Dania, M.K. Bharty, Om Prakash, R.K. Singh, B. Prashanth, S. Singh, N.K. Singh. Ni(II) and Co(III) complexes of 5-methyl-1,3,4-thiadiazole-2-thiol:syntheses, spectral, structural, thermal analysis, and DFT calculation // Journal of Coordination Chemistry,-2015. -№68(15)

11. Tiziana P., Maria D.C., Francesco D., Carlo C., Sarah V., Gaetano V., Francesco I., Synthesis, structural characterization, formation constants and in vitro cytotoxicity of phenanthroline and imidazolidine-2-thione copper(II) complexes.// Journal of Inorganic Biochemistry-2011.-№105(3), P-329-338

12. Ruta L.L., Farcasanu I.C., Bacalum M., Raileanu M., Rostas A.M., Daniliuc C., Chifiriuc M.C., Marutescu L., Popa M., Badea M.//Biological Activity of Triazolopyrimidine Copper(II) Complexes Modulated by an Auxiliary N-N-Chelating Heterocycle Ligands. Molecules. Inorganic Chemistry-UK, 2021- №26,- P.67-72. doi.org/10.3390/ molecules26226772

13. Mudasir M., Naoki Y., and Hidenari I., Hiyoshi K., Iron(II) and nickel(II) mixed-ligand complexes containing 1,10-phenanthroline and 4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline//Transition Metal Chemistry.-Japan,1999.-№24(2),-P.210–217 DOI:10.1023/A:1006906208569

14. Dey D., Roy A.B., Ranjani A., Gayathri L., Chandraleka S., Dhanasekaran D., Biswas B. Synthesis and bio-catalytic activity of isostructural cobalt(III)-phenanthroline complexes//Journal of Chemical Sciences-2015.-№127(4),-P,649–661 doi:10.1007/s12039-015-0817-y

15. Накамото К. ИК-спектры неорганических и координационных соединений. -М.: Мир, 1996. - 206 с

16. Казицына А.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. - М.: Книга по Требованию, 2013. - 264 с. 5.

17. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. – М.: МГУ, 2012. - С.54. 6.

18. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. - М.: Мир, 1971. - 318 с. 7.

19. Наканиси К. ИК-спектры и строение органических соединений. / перевод с англ/.-М.: Мир, 1965.- С.14-144.

UO'K 541.64:532.13

DEATSETILLASH JARAYONI DAVOMIYLIGINING XITOZAN MOLEKULYAR MASSASIGA TA'SIRINI VISKOZIMETRIK USULDA O'RGANISH

Z.A.Otaxanova, tayanch doktorant, Namangan davlat universiteti, Namangan
D.M.Sattarova, doktorant, Namangan davlat universiteti, Namangan

Annotatsiya. *Ushbu ishda xitozanning molekulyar massasiga deatsetillanish jarayoni davomiyligining ta'siri o'rganildi. Xitozan namunalarini olish uchun tut ipak qurti Bombyx mori xitini ishqoriy muhitda turli vaqt oralig'ida (2, 4, 6 va 8 soat) deatsetillandi. Olingan namunalar viskozimetrik usul yordamida tahlil qilinib, harakteristik qovushqoqlik qiymatlari asosida namunalarning molekulyar massalari Mark-Hauvink tenglamasi orali hisoblandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, deatsetillanish vaqti ortishi bilan molekulyar massa dastlab ortib, 6 soatda maksimal qiymatga erishadi, so'ngra deatsetllanish davom ettirilsa molekulyar massa kamaya boshlaydi. Bu holat deatsetillanish va polimer zanjirlari degradatsiyasi jarayonlari o'rtasidagi raqobat bilan izohlanadi. Tadqiqot natijalari xitozan olish jarayonida optimal deatsetillanish vaqtini tanlash muhimligini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *xitozan, deatsetillash, molekulyar massa, viskozimetrik usul, xarakteristik qovushqoqlik, deatsetillash vaqti, optimal sharoit.*

Аннотация. *В данном исследовании изучалось влияние продолжительности деацетилирования на молекулярную массу хитозана. Для получения образцов хитозана хитин тутового шелкопряда Bombyx mori подвергали деацетилированию в щелочной среде в течение различных промежутков времени (2, 4, 6 и 8 часов). Полученные образцы анализировали вискозиметрическим методом, а их молекулярную массу рассчитывали по уравнению Марка-Хаувинка на основе значений характеристической вязкости. Результаты показали, что по мере увеличения времени деацетилирования молекулярная масса сначала возрастала, достигая максимума через 6 часов, однако при дальнейшем продолжении процесса она начинала снижаться. Это явление объясняется конкуренцией между процессом деацетилирования и деструкцией полимерных цепей. Результаты исследования подчеркивают важность выбора оптимального времени деацетилирования в процессе производства хитозана.*

Ключевые слова: *хитозан, деацетилирование, молекулярная масса, вискозиметрический метод, характеристическая вязкость, время деацетилирования, оптимальные условия.*

Abstract. *This study investigated the effect of deacetylation duration on the molecular mass of chitosan. To obtain chitosan samples, chitin from the mulberry silkworm Bombyx mori was*

deacetylated in an alkaline medium for various time intervals (2, 4, 6, and 8 hours). The obtained samples were analyzed using the viscometric method, and their molecular masses were calculated via the Mark-Houwink equation based on intrinsic viscosity values. The results showed that as the deacetylation time increased, the molecular mass initially rose, reaching a maximum value at 6 hours; however, if deacetylation continued beyond this point, the molecular mass began to decrease. This phenomenon is attributed to the competition between the deacetylation process and the degradation of polymer chains. The study results highlight the importance of selecting an optimal deacetylation time during the chitosan production process.

Key words: *chitosan, deacetylation, molecular mass, viscometric method, intrinsic viscosity, deacetylation time, optimal conditions.*

Kirish. Bugungi kunda tabiiy polimerlar, xususan, xitin va xitozan hamda ularning hosilalarini olish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish jahon miqyosida dolzarb muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Xitozanning amaliyotda qo‘llanilishi uning asosiy parametrlari — deatsetillanish darajasi va molekulyar massasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqdir. Deatsetillash jarayoni davomiyligining molekulyar massaga ta’sirini viskozimetrik usulda o‘rganish, maqsadli xossalarga ega bo‘lgan biopolimerlarni sintez qilish texnologiyasini optimallashtirish imkonini beradi. Bu esa yakuniy mahsulotning sifati va tannarxini nazorat qilishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Muhtaram Prezidentimiz Shavkat Mirziyoyev o‘zlarining chiqishlarida va mamlakatimizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishga oid strategik dasturlarida mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish, kimyo va farmatsevtika sanoatida innovatsion texnologiyalarni keng joriy etish zarurligini alohida ta’kidlab kelmoqdalar. Xususan, davlatimiz rahbarining ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasini chuqurlashtirish hamda yuqori texnologik mahsulotlar ishlab chiqarishni mahalliylashtirish bo‘yicha belgilab bergan vazifalari ushbu tadqiqot ishining fundamental asosi hisoblanadi. Mahalliy xitin manbalaridan yuqori sifatli xitozan olish jarayonlarini qonuniyatli boshqarish — ushbu strategik vazifalarning amaliy ijrosidir.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundan iboratki, deatsetillash vaqti va xitozan molekulyar massasi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik ushbu biopolimerning gidrodinamik xossalarini oldindan dasturlash imkonini beradi. Viskozimetrik usul yordamida olingan natijalar va ishlab chiqilgan tavsiyalar kimyo-farmatsevtika zavodlarida, tibbiyot, qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati uchun xitozan asosidagi plyonkalar, gellar va dori tashuvchi tizimlarni maqbul texnologik rejimda ishlab chiqarishda amaliy ko‘rsatma (yo‘riqnoma) bo‘lib xizmat qiladi.

Xitozan — tabiiy kelib chiqishga ega bo‘lgan, biologik parchalanadigan va biologik mos xususiyatlari bilan ajralib turuvchi polimer bo‘lib, u xitinning qisman yoki to‘liq deatsetillanishi natijasida olinadi [1,2]. Xitin esa o‘z navbatida qisqichbaqasimonlar qobig‘i, hasharotlar skeleti hamda zamburug‘lar hujayra devorining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Xitozan kimyoviy tuzilishi jihatidan β-(1→4)-bog‘lar orqali bog‘langan D-glukozamin va N-atsetil-D-glukozamin birliklaridan tashkil topgan sopolimerdir [1,3,4].

Hozirgi kunda xitozan keng ko‘lamda tibbiyot (jarrohlik iplari, yara yopuvchi materiallar), farmasevtika (dori tashuvchi tizimlar), oziq-ovqat sanoati (bioparchalanuvchi qadoqlash materiallari) hamda qishloq xo‘jaligida qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, uning antibakterial va yara bitishini tezlashtiruvchi xususiyatlari uni biomaterial sifatida juda istiqbolli qiladi [3,5,6].

Xitozanning o‘ziga xos fizik-kimyoviy xususiyatlari, xususan, eruvchanligi, qovushqoqligi, biologik faolligi va mexanik mustahkamligi uning molekulyar massasi va deatsetillanish darajasiga bevosita bog‘liqdir [3]. Olinayotgan xitozanning molekulyar massasi esa deatsetillash bosqichi parametrlariga bog’liqdir [7]. Ayniqsa ishqorning konsentratsiyasi, harorat va deatsetillash davomiyligi hosil bo’layotgan polimerning tuzilishi va xossalariga sezilarli ta’sir ko’rsatadi [8]. Deatsetillash jarayonining davomiyligi oshishi bilan atsetil guruhlarining ajralib chiqishi kuchayishi, biroq bir vaqtning o’zida kuchli ishqoriy muhit ta’sirida polimer zanjirlarining parchalanishi ham sodir bo’lishi mumkin.

Shu sababli deatsetillash vaqtini xitozan molekulyar massasiga ta’siri murakkab va ko’p omilli harakterga ega bo’lib, bu bog’liqlikni aniqlash ilmiy va amaliy jihatdan muhimdir. Ayniqsa

deatsetillash jarayonida molekulyar massani o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash xitozanni maqsadli xossalarga ega bo'lgan namunalarini olish imkonini beradi. Bu esa xitozan asosidagi materiallarning sifatini nazorat qilish va ularning qo'llanilish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Polimerlarning molekulyar massasini aniqlashning bir necha usullari mavjud bo'lib, ulardan biri viskozimetrik usul hisoblanadi. Ushbu usul eritmaning oqish vaqtini o'lchash orqali viskozlikni aniqlashga asoslanadi va nisbatan oddiy, arzon hamda ishonchli natijalar berishi bilan ajralib turadi. Viskozimetrik usul orqali aniqlangan harakteristik qovushqoqlik qiymati Mark–Houvink tenglamasi yordamida molekulyar massa bilan bog'lanadi [9].

Materiallar va usullar. Materiallar: Tut ipak qurti g'umbagi (Bobmyx mori) dan xitinni ajratish uchun, demineralizatsiya bosqichida HCl, deproteinizatsiya va deasetillash bosqichlarida NaOH eritmalaridan, himoyalovchi agent sifatida $NaHB_4$ – natriy bor gidriddan foydalanildi. Xitozanni viskozimetrik usulda molekulyar massasini aniqlashda erituvchi sifatida 0,1 M CH_3COOH va 0,2 M NaCl erituvchi tizimi ishlatildi.

Xitinni ajratish va xitozan olish jarayoni: Tut ipak qurti g'umbaklarining qobiq qismlaridan xitinni ajratish uchun demineralizatsiya (minerallardan tozalash uchun 3 % li HCl bilan ishlov berish) va deproteinizatsiya (oqsillarni yo'qotish uchun 4 % li NaOH bilan ishlov berish) bosqichlari 4 ta namuna uchun ham bir xil sharoitlarda olib borildi. Deatsetillanish bosqichi esa ishqoriy muhitda (40 % li NaOH) bir xil sharoitlarda, turli vaqt oralig'ida – 2, 4, 6 va 8 soat davomida xitinni qayta ishlanib, 4 xil xitozan namunalari olindi.

Viskozimetrik tahlil: Xitozan suvda yomon eriydi, shuning uchun u odatda kislotali muhitda o'rganiladi. Erituvchi tizim sifatida 0,1 M CH_3COOH va 0,2 M NaCl erituvchisi ishlatildi. Jarayon kapillar tipidagi Ubbelode viskozimetrda, termostatlangan sharoitda o'zgarmas 25 ± 0,1 °C haroratda o'tkazildi.

O'lchov jarayoni

1. **Erituvchining oqish vaqtini o'lchash (t_0):** Toza erituvchining viskozimetr kapillyaridan oqib tushish vaqtini kamida 3 marta o'lchab, o'rtachasini olindi.
2. **Xitozan eritmalarini tayyorlash:** Xitozan namunalarining har biridan 5 xil konsentratsiyali (C_1,C_2,C_3,C_4,C_5) eritmalar tayyorlandi (0.02 dan 0.10 *g/dL* gacha). Eritmalar magnit aralashtirgich yordamida bir xil (gomogen) holatga kelguncha 6 soat davomida aralashtirib tayyorlandi.
3. **Eritmalarning oqish vaqtini o'lchash (t_i):** Har bir konsentratsiya uchun oqish vaqtini alohida o'lchandi.
4. **Turli qovushqoqliklarni hisoblash:**

- **Nisbiy qovushqoqlik:** $\eta_{nis} = \frac{t_i}{t_0}$
- **Solishtirma qovushqoqlik:** $\eta_{sol} = \eta_{nis} - 1$
- **Keltirilgan qovushqoqlik:** $\eta_{kel} = \frac{\eta_{sol}}{C}$
- **O'zlashtirilgan qovushqoqlik:** $\eta_{inh} = \frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$

Polimerlar kimyosida o'zlashtirilgan qovushqoqlik (inherent viscosity) eritmadagi polimer molekulalarining suyuqlik oqimiga ko'rsatadigan qarshiligini ifodalovchi muhim ko'rsatkichdir. ASTM D2857-95(2001) xalqaro standartidan buni yaqqol ko'rish mumkin.

O'zlashtirilgan qovushqoqlik (η_{inh}) — bu nisbiy qovushqoqlikning natural logarifmini polimer konsentratsiyasiga bo'lish orqali aniqlanadigan kattalikdir. Bu ko'rsatkich "haqiqiy" qovushqoqlik emas, balki polimerning ma'lum bir konsentratsiyada eritma qovushqoqligini qanchalik oshirishini ko'rsatuvchi parametrdir. U asosan polimerlar uchun sifat nazorati o'lchovi sifatida ishlatiladi.

O'zlashtirilgan qovushqoqlik va xarakteristik qovushqoqlikning bog'liqligi

Ushbu ikki tushuncha chambarchas bog'liq, chunki ular bir maqsadga — polimerning molekulyar xususiyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Agar biz *o'zlashtirilgan qovushqoqlik*ni turli xil past konsentratsiyalarda o'lchab, ularni nol konsentratsiyaga qarab ekstrapolyatsiya qilsak (ya'ni grafik chizib, nol nuqtasigacha davom ettirsak), biz xarakteristik qovushqoqlik (η) qiymatini olamiz.

Matematik bog'liqlik: $$\eta = \lim_{C\to 0}\eta_{inh} = \lim_{C\to 0}\frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$$

Keltirilgan qovushqoqlik polimer eritmalari fizik-kimyosida juda muhim va ko'p ishlatiladigan tushunchadir. U ko'pincha o'zlashtirilgan qovushqoqlik va xarakteristik qovushqoqlik bilan yonma-yon o'rganiladi.

Keltirilgan qovushqoqlik (η_{kel}) — bu solishtirma qovushqoqlikning (specific viscosity, η_{sol}) eritma konsentratsiyasiga nisbatidir: $\eta_{kel} = \frac{\eta_{sol}}{C}$.

Bu yerda: $\eta_{sol}=\eta_{nis}-1$ (Solishtirma qovushqoqlik). C— konsentratsiya.

O'zlashtirilgan qovushqoqlik va keltirilgan qovushqoqlik o'rtasidagi farqni quyidagi 1-jadval va izoh orqali aniqroq tushunib olishingiz mumkin:

1-jadval

	Matematik ifodasi	**Xususiyati**
Keltirilgan qovushqoqlik	$\eta_{kel} = \frac{\eta_{nis}-1}{C}$	**Huggins tenglamasi asosida o'rganiladi.**
O'zlashtirilgan qovushqoqlik	$\eta_{inh} = \frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$	**Kraemer tenglamasi asosida o'rganiladi.**

Ikkala ko'rsatkich ham polimerning xarakteristik qovushqoqlik (η) qiymatini topish uchun xizmat qiladi:

- η_{kel} ni nol konsentratsiyaga ekstrapolyatsiya qilsak, Huggins grafigi orqali η ni olamiz.
- η_{inh} ni nol konsentratsiyaga ekstrapolyatsiya qilsak, Kraemer grafigi orqali η ni olamiz.

Biz o'lchov jarayonini 4 ta namuna bo'yicha olib bordik va quyidagi jadvallarga ega bo'ldik:

2-jadval

1-Namuna uchun o'lchov va qovushqoqliklarni hisoblash natijalari

C_i	t_i	t_0	$\eta_{nis} = \frac{t_i}{t_0}$	$\eta_{sol} = \eta_{nis} - 1$	$\eta_{kel} = \frac{\eta_{sol}}{C}$	$\eta_{inh} = \frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$
0,02	101,5	99,84	1,016626603	0,016626603	0,831330128	0,824494693
0,04	103	99,84	1,031650641	0,031650641	0,791266026	0,77900209
0,06	104,4	99,84	1,045673077	0,045673077	0,761217949	0,74434618
0,08	105,7	99,84	1,05869391	0,05869391	0,733673878	0,712949853
0,1	107	99,84	1,071714744	0,071714744	0,717147436	0,692599298

3-jadval

2-Namuna uchun o'lchov va qovushqoqliklarni hisoblash natijalari

C_i	t_i	t_0	$\eta_{nis} = \frac{t_i}{t_0}$	$\eta_{sol} = \eta_{nis} - 1$	$\eta_{kel} = \frac{\eta_{sol}}{C}$	$\eta_{inh} = \frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$
0,02	101,8	99,84	1,01963141	0,01963141	0,981570513	0,972059975
0,04	103,5	99,84	1,036658654	0,036658654	0,916466346	0,900067702
0,06	105,1	99,84	1,052684295	0,052684295	0,878071581	0,855722888
0,08	106,6	99,84	1,067708333	0,067708333	0,846354167	0,818932589
0,1	108	99,84	1,081730769	0,081730769	0,817307692	0,785623225

4-jadval

3-Namuna uchun o'lchov va qovushqoqliklarni hisoblash natijalari

C_i	t_i	t_0	$\eta_{nis} = \frac{t_i}{t_0}$	$\eta_{sol} = \eta_{nis} - 1$	$\eta_{kel} = \frac{\eta_{sol}}{C}$	$\eta_{inh} = \frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$

0,02	102,4	99,84	1,025641026	0,025641026	1,282051282	1,265890399
0,04	104,6	99,84	1,047676282	0,047676282	1,191907051	1,164366175
0,06	106,7	99,84	1,068709936	0,068709936	1,145165598	1,107537561
0,08	108,6	99,84	1,087740385	0,087740385	1,096754808	1,051281286
0,1	110,4	99,84	1,105769231	0,105769231	1,057692308	1,005412292

5-jadval

4-Namuna uchun o'lchov va qovushqoqliklarni hisoblash natijalari

C_i	t_i	t_0	$\eta_{nis}=\frac{t_i}{t_0}$	$\eta_{sol}=\eta_{nis}-1$	$\eta_{kel}=\frac{\eta_{sol}}{C}$	$\eta_{inh}=\frac{\ln(\eta_{nis})}{C}$
0,02	102,1	99,84	1,022636218	0,022636218	1,131810897	1,119191027
0,04	104,1	99,84	1,042668269	0,042668269	1,066706731	1,044576775
0,06	106	99,84	1,061698718	0,061698718	1,028311966	0,997836492
0,08	107,7	99,84	1,078725962	0,078725962	0,984074519	0,947258494
0,1	109,3	99,84	1,094751603	0,094751603	0,947516026	0,905274906

Xitozanning haqiqiy xarakteristik qovushqoqligini η topish uchun eng kichik kvadratlar usuli(EKKU)dan foydalanamiz. Bu usul yordamida statistik ma'lumotlar asosida chiziqli modelni qurish — bu xatoliklar kvadratlari yig'indisini minimallashtirish orqali eng aniq parametrlarni topiladi.

Bizda tajriba natijasida olingan (C_i, y_i) nuqtalar to'plami bor, bu yerda y_i *keltirilgan* qovushqoqlik yoki *o'zlashtirilgan* qovushqoqlik. Biz har ikkala qovushqoqlikka mos nuqtalar uchun eng yaqin keluvchi chiziqli funksiyalarni (modellarni) $y=aC+b$ ko'rinishida izlaymiz, bu yerda har bir qovushqoqlikka mos a va b parametrlarni aniqlashimiz kerak. EKKU yordamida a va b koeffitsientlari uchun quyidagi yakuniy formulalar kelib chiqadi:

$$a=\frac{n\sum C_i y_i-\sum C_i\sum y_i}{n\sum C_i^2-(\sum C_i)^2},$$

$$b=\frac{\sum y_i-a\sum C_i}{n}.$$

Statistik ishonchlilik, ya'ni modelning statistik ma'lumotlarga qanchalik mosligini aniqlash uchun determinatsiya koeffitsienti **(R^2)** hisoblanadi:

$$R^2=1-\frac{\sum(y_i-\hat{y}_i)^2}{\sum(y_i-\bar{y})^2}.$$

Agar $R^2>0.95$ bo'lsa, xitozanning qovushqoqligini aniqlash tajribasi yuqori aniqlikda bajarilgan hisoblanadi. Biz har bir namuna uchun ikkita chiziqli model quramiz:

1. **Xaggins modeli (Keltirilgan qovushqoqlik uchun):**

$$y_H=a_H C+b_H \rightarrow b_H=\eta$$

2. **Kramer modeli (O'zlashtirilgan qovushqoqlik uchun):**

$$y_K=a_K C+b_K \rightarrow b_K=\eta$$

Ideal tajribada b_H va b_K qiymatlari bir-biriga juda yaqin chiqishi kerak.

Molekulyar massani hisoblash (Mark-Xouvink tenglamasi)

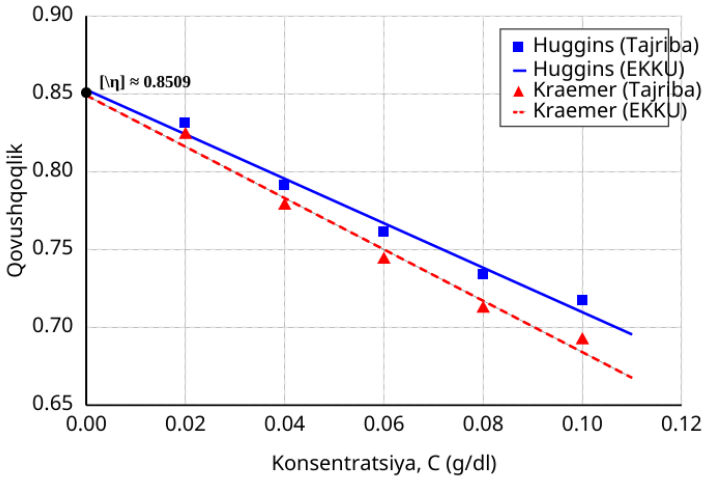
Topilgan qiymatidan foydalanib, xitozanning o'rtacha molekulyar massasini (M) hisoblash mumkin:

$$\eta=K\cdot M^{\alpha} \Rightarrow M=\left(\frac{\eta}{K}\right)^{1/\alpha},$$

bu yerda K va α — tanlangan erituvchi va harorat uchun adabiyotlardan olinadigan o'zgarmas koeffitsientlar. Bizdagi 0.1M CH_3COOH/0.2M NaCl tizim uchun K=1.81x10^{-5} dL/g va α=0.93).

O‘lchov jarayonida olingan natijalar asosida har bir namuna uchun model qurildi, uning grafigi chizildi, xitozanning haqiqiy xarakteristik qovushqoqligi η topildi, statistik ishonchliligi tekshirildi hamda molekulyar massasi hisoblandi. Bularni har bir namuna uchun alohida quyida keltiramiz:

1-Namuna (2 soat) uchun Huggins-Kraemer grafigi



1-xitozan namunasi uchun chiziqli modellar EKKU yordamida aniqlandi:

- **Xaggins (y_H):** $y_H = -1.4295C + 0.8527 \quad (R^2 = 0.9787)$
- **Kramer (y_K):** $y_K = -1.6502C + 0.8491 \quad (R^2 = 0.9854)$
- **O‘rtacha η:** $\dfrac{0.8527 + 0.8491}{2} = \mathbf{0.8509}$ dl/g (yoki 85.09 ml/g)

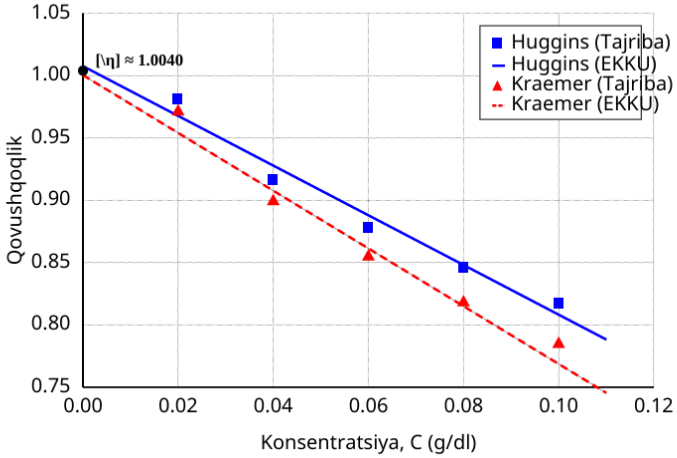
Demak, 1-xitozan namunasining xarakteristik qovushqoqligi $\eta \approx 0{,}8509$ ekan.

Molekulyar massa: xarakteristik qovushqoqlik va $K = 1.81\times10^{-3}$ ml/g hamda $\alpha = 0.93$ o‘zgarmaslardan foydalanib, molekulyar massani $M = \left(\dfrac{\eta}{K}\right)^{1/\alpha}$ formula yordamida topamiz. U holda 1-namuna uchun quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$M = \left(\frac{85.09}{1.81\times10^{-3}}\right)^{1/0.93} \approx \mathbf{105,640}\ \text{g/mol}\ (105.6\ \text{kDa})$$

.

2-Namuna (4 soat) uchun Huggins-Kraemer grafigi



2-xitozan namunasi uchun chiziqli modellar EKKU yordamida aniqlandi:

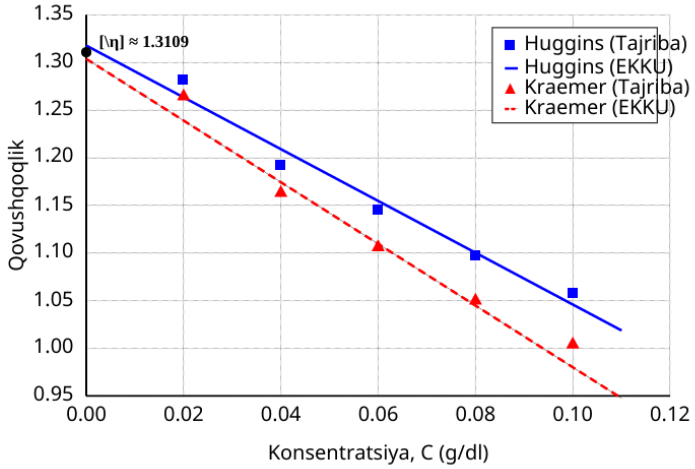
- **Xaggins (y_H):** $y_H = -1.9933C + 1.0076 \quad (R^2 = 0.9692)$
- **Kramer (y_K):** $y_K = -2.3168C + 1.0004 \quad (R^2 = 0.9791)$
- **O‘rtacha η:** $\frac{1.0076 + 1.0004}{2} = \mathbf{1.0040}$ dl/g (yoki 100.40 ml/g).

Bundan 2-xitozan namunasining xarakteristik qovushqoqligi $\eta \approx 1,004$ ekanini ko‘rishimiz mumkin.

Molekulyar massa huddi yuqoridagi kabi aniqlandi:

$$M = \left(\frac{100.40}{1.81\times10^{-3}}\right)^{1/0.93} \approx \mathbf{126,210}\ \text{g/mol}\ (126.2\ \text{kDa})$$

3-Namuna (6 soat) uchun Huggins-Kraemer grafigi



3-xitozan namunasi uchun chiziqli modellar EKKU yordamida aniqlandi:

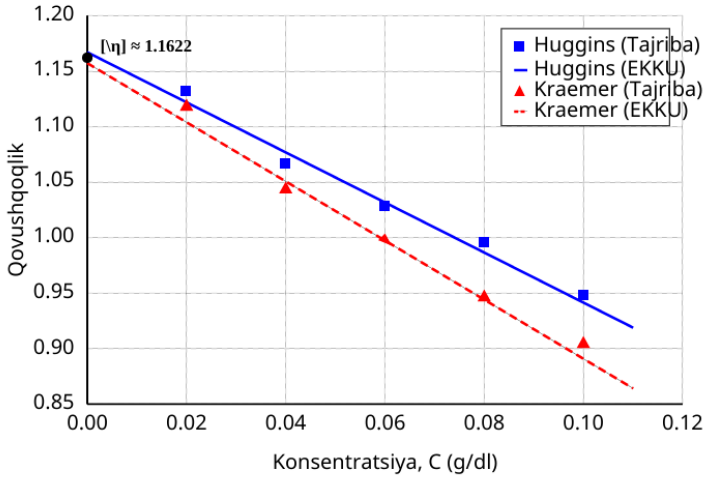
- **Xaggins (y_H):** $y_H = -2.7195C + 1.3179 \quad (R^2 = 0.9711)$
- **Kramer (y_K):** $y_K = -3.2385C + 1.3039 \quad (R^2 = 0.9836)$
- **O‘rtacha η:** $\frac{1.3179 + 1.3039}{2} = \mathbf{1.3109}$ dl/g (yoki 131.09 ml/g)

Bulardan 3-xitozan namunasining xarakteristik qovushqoqligi $\eta \approx 1,3109$ ekanini ko‘rishimiz mumkin.

Molekulyar massa: Mark-Xouvink tenglamasidan topildi.

$$M = \left(\frac{131.09}{1.81\times10^{-3}}\right)^{1/0.93} \approx \mathbf{168,120}\ \text{g/mol}\ (168.1\ \text{kDa})$$

4-Namuna (8 soat) uchun Huggins-Kraemer grafigi



4-xitozan namunasi uchun chiziqli modellar EKKU yordamida aniqlandi:

- **Xaggins (y_H):** $y_H = -2.2561C + 1.1671 \quad (R^2 = 0.9877)$
- **Kramer (y_K):** $y_K = -2.6645C + 1.1573 \quad (R^2 = 0.9938)$
- **O'rtacha $[\eta]$:** $\frac{1.1671+1.1573}{2} = \mathbf{1.1622}$ dl/g (yoki 116.22 ml/g)

Demak, 4-xitozan namunasining xarakteristik qovushqoqligi $\eta \approx 1{,}1622$ ekanini ko‘rishimiz mumkin.

Molekulyar massa esa:

$$M = \left(\frac{116.22}{1.81\times10^{-3}}\right)^{1/0.93} \approx \mathbf{147,710}\text{g/mol}(147.7_{\text{k}}\text{Da})$$

Yuqoridagi tadqiqotlar asosida quyidagi 6-jadvalda aks etgan xitozan namunalarining viskozimetrik ko‘rsatkichlariga ega bo‘ldik.

6-jadval

Xitozan namunalarining viskozimetrik ko‘rsatkichlari.

Namuna №	Namunalarning deatsetillanish vaqti (soat)	Xarakteristik qovushqoqlik (η)	Molekulyar massa(kDa)
1-namuna	2	0,8509	105,64
2-namuna	4	1,004	126,21
3-namuna	6	1,3109	168,12
4-namuna	8	1,1622	147,71

Natijalar muhokamasi va xulosa. Tut ipak qurti g'umbagi (*Bombyx mori*) qobig'idan ajratib olingan xitin asosida turli vaqt rejimlarida (2, 4, 6, 8 soat) deasetillash jarayoni olib borildi va 4 xil xitozan namunalari sintez qilindi. Ularning molekulyar parametrlari Ubbelode viskozimetrida $0{,}1\text{ M } CH_3COOH / 0{,}2\text{ M } NaCl$ erituvchi tizimida o'rganildi.

Tajriba ma'lumotlarini qayta ishlashda Xaggins va Kramer chiziqli ekstrapolyatsiya usullaridan birgalikda foydalanildi. Matematik tahlillar shuni ko'rsatdiki, barcha namunalar uchun determinatsiya koeffitsienti (R^2) Huggins modeli bo'yicha $0.969-0.987$, Kraemer modeli bo'yicha esa $0.979-0.993$ oralig'ida bo'ldi. Bu ko'rsatkich $R^2 \geq 0.95$ shartini to'liq qanoatlantirib, o'tkazilgan eksperimentlarning va olingan statistik ma'lumotlarning ishonchliligi juda yuqori ekanligidan dalolat beradi. Eng muhimi, Huggins va Kraemer to'g'ri chiziqlarining $C \to 0$ nuqtasiga ekstrapolyatsiya qilingandagi ozod hadlari (b_H va b_K) bir-biriga juda yaqin qiymatlarni berdi, bu esa xarakteristik qovushqoqlik (η) qiymatlarining fundamental aniqligini isbotlaydi.

Deasetillanish vaqtining o'zgarishi polimerning molekulyar massasiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi:

1. Jarayon vaqti 2 soatdan 6 soatgacha oshirilganda, xarakteristik qovushqoqlik 0.8509 dl/g dan 1.3109 dl/g gacha ortdi va mos ravishda molekulyar massa 105.6 kDa dan 168.1 kDa gacha ko'tarildi. Bu dastlabki soatlarda zanjirlararo tikuvchi bog'larning uzilishi va erituvchining makromolekulalar sferasiga kirishi osonlashgani bilan izohlanadi.

2. Biroq, vaqt 8 soatgacha uzaytirilganda (4-namuna), $[\eta]$ qiymati 1.1622 dl/g gacha, molekulyar massa esa 147.7 kDa gacha pasayishi kuzatildi. Bu holat kuchli ishqoriy muhitda uzoq vaqt davomida issiqlik ta'siri natijasida xitozan asosiy zanjirining qisman destruksiyaga (degradatsiyaga) uchray boshlaganini anglatadi.

Sintez jarayonining optimal vaqti sifatida 6 soatlik rejim (3-namuna) topildi, chunki ushbu sharoitda destruksiya jarayonlarisiz eng yuqori qovushqoqlik va zanjir uzunligiga ega polimer olindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Younes I., Rinaudo M. (2015). Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications // *Marine Drugs.* – Vol. 13. – Pages: 1133-1174.

2. Jiménez-Gómez C.P., Cecilia J.A. (2020). Chitosan: A Natural Biopolymer with a Wide and Varied Range of Applications // *Molecules.* – Vol. 25. 3981. – P.1-43.

3. Kunjian W., Ziyuan Y., Ziyang W. va boshq. (2024). Recent Advances in the Preparation, Antibacterial Mechanisms, and Applications of Chitosan // *Journal of Functional Biomaterial*. – Vol.15. 318.

4. Fakhri E., Eslami H., Maroufi P., va boshq. (2020). Chitosan biomaterials application in dentistry // *International journal of biological macromolecules*. – Vol. 162. – P. 956-974.

5. Sarkar S., Manna S., Jana P. va boshq. (2025). Applications of chitosan as awound dressing material: an updated review // *International Journal of Polimeric Materials and Polimeric Biomaterials.* – Vol.75. – Issue 3. – Pages: 262-284.

6. Budiarso I.J., Rini N., Tsalsabila A., Birowosuto M., Wibowo A. (2023). Chitosan-Based Smart Biomaterials for Biomedical Applications: Progress and Perspectives // *Biomaterials Science & Engineering.* – Vol. 9. 6. – Pages: 3084–3115.

7. Tamilarasi G.P., Sabarees G., Manikandan K. va boshq. (2023). Advances in electrospun chitosan nanofiber biomaterials for biomedical applications // *Materials Advances.* – Vol. 4. 3114.

8. Gholap A.D., Rojekar S., Kapare H.S., va boshq. (2024). Chitosan scaffolds: Expanding horizons in biomedical applications // *Carbohydrate Polymers.* – Vol. 323. - 121394. – P. 1-12.

9. Czechowska-Biskup R., Wach R.A., Rosiak J.M., Ulański P. (2018). Procedure for determination of the molecular weight of chitosan by viscometry // *Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivatives.* – Vol. XXIII. – Pages: 45-54.

UDK 616-006:577.21:504.06

KIMYOVIY KANSEROGENEZ: ONKOLOGIK KASALLIKLARNING KELIB CHIQISHIDAGI MOLEKULYAR MEXANIZMLAR VA ATROF-MUHIT OMILLARINING TA'SIRI

M.U.Soliyeva, talaba, Urganch RANCH texnologiya universiteti, Urganch
S.K.Rajapova, o'qituvchi, Urganch Ranch texnologiya universiteti, Urganch
Z.Sh.Abdullayeva, dots., PhD, Urganch Ranch texnologiya universiteti, Urganch

Annotatsiya. *Ushbu adabiyot sharhida zamonaviy onkologiya va toksikologiyaning eng dolzarb muammolaridan biri bo'lgan kimyoviy kanserogenezning fundamental molekulyar asoslari, atrof-muhitdagi ekologik hamda industrial xavf omillarining inson organizmiga ko'rsatadigan ta'siri chuqur tahlil qilinadi. Maqolada kimyoviy kanserogenlarning (prokanserogenlarning) fermentativ tizimlar (xususan, sitoxrom P450) ishtirokida metabolik faollashuvi, ularning yuqori reaktiv elektrofillarga aylanishi va hujayra makromolekulalari bilan kovalent bog'lanib DNK adduktlarini hosil qilish jarayonlari batafsil yoritilgan.Shuningdek, hujayra ichidagi oksidlovchi stressning kuchayishi, reaktiv kislorod shakllarining (ROS) hosil bo'lishi, DNK shikastlanishini to'g'rilash (reparatsiya) mexanizmlarining izdan chiqishi, proto-onkogenlarning faollashuvi va tumor-suppressor genlarning (masalan, p53) mutatsiyaga uchrashi kabi genotoksik omillar ko'rib chiqiladi. Boshqa tomondan, DNK ketma-ketligini o'zgartirmasdan turib genlar ekspressiyasini izdan chiqaruvchi epigenetik o'zgarishlar (DNK metillanishi va gistonlar modifikatsiyasi), surunkali yallig'lanish jarayonlari, immun javobning susayishi va nazoratsiz hujayra proliferatsiyasi kabi nongenotoksik mexanizmlarning o'sma rivojlanishidagi o'rni ochib berilgan.*

Tadqiqotda atrof-muhit va ishlab chiqarish muhitidagi asosiy kanserogen manbalarga — tamaki tutuni, atmosfera havosining sanoat hamda transport chiqindilari bilan ifloslanishi, politsiklik aromat uglevodorodlar (PAU), N-nitrozos birikmalari, aromatik aminlar, og'ir metallar (kadmiy, qo'rg'oshin, simob, xrom) va kasbiy ekspozitsiyalarga alohida e'tibor qaratilgan. Adabiyotlar tahlilining umumiy xulosasiga ko'ra, kimyoviy kanserogenez birgina nuqtaviy gen mutatsiyasi bilan cheklanib qolmay, balki turli genotoksik va nongenotoksik omillarning sinergik o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladigan ko'p bosqichli (inisatsiya, promotsiya va progredientlik) murakkab patologik jarayondir.

Kalit so'zlar: *kimyoviy kanserogenez, molekulyar mexanizmlar, onkologik kasalliklar, atrof-muhit omillari, DNK adduktlari, genotoksiklik, oksidlovchi stress, epigenetika, mitoxondrial disfunksiya.*

Аннотация. *В данном обзоре литературы глубоко проанализированы фундаментальные молекулярные основы химического канцерогенеза — одной из наиболее актуальных проблем современной онкологии и токсикологии, а также влияние экологических и индустриальных факторов риска окружающей среды на организм человека. В статье подробно освещены процессы метаболической активации химических канцерогенов (проканцерогенов) при участии ферментных систем (в частности, цитохрома Р450), превращение их в высокореактивные электрофилы и их ковалентное связывание с макромолекулами клеток с образованием ДНК-аддуктов.*

Также рассмотрены генотоксические факторы, такие как усиление внутриклеточного окислительного стресса, образование активных форм кислорода (АФК), сбои в механизмах репарации поврежденной ДНК, активация протоонкогенов и мутации опухолесупрессорных генов (например, p53). С другой стороны, раскрыта роль негенотоксических механизмов в развитии опухолей, включая эпигенетические изменения (метилирование ДНК и модификацию гистонов), нарушающие экспрессию генов без изменения последовательности ДНК, процессы хронического воспаления, подавление иммунного ответа и бесконтрольную клеточную пролиферацию.

В исследовании особое внимание уделено основным источникам канцерогенов в окружающей и производственной среде: табачному дыму, загрязнению атмосферного воздуха промышленными и транспортными выбросами, полициклическим ароматическим углеводородам (ПАУ), N-нитрозосоединениям, ароматическим аминам, тяжелым металлам (кадмий, свинец, ртуть, хром) и профессиональным экспозициям. Общий вывод литературного анализа показывает, что химический канцерогенез не ограничивается лишь единичными генными мутациями, а представляет собой сложный многоступенчатый патологический процесс (инициация, промоция и прогрессия), возникающий в результате синергетического взаимодействия различных генотоксических и негенотоксических факторов.

Ключевые слова: *химический канцерогенез, молекулярные механизмы, онкологические заболевания, факторы окружающей среды, ДНК-аддукты, генотоксичность, окислительный стресс, эпигенетика, митохондриальная дисфункция.*

Abstract. *This literature review provides an in-depth analysis of the fundamental molecular basis of chemical carcinogenesis—one of the most pressing issues in modern oncology and toxicology—along with the impact of ecological and industrial environmental risk factors on the human body. The article details the metabolic activation of chemical carcinogens (procarcinogens) mediated by enzyme systems (particularly cytochrome P450), their transformation into highly reactive electrophiles, and their covalent binding with cellular macromolecules leading to the formation of DNA adducts.*

Furthermore, genotoxic factors are examined, including the amplification of intracellular oxidative stress, the generation of reactive oxygen species (ROS), impaired DNA repair mechanisms, the activation of proto-oncogenes, and mutations in tumor suppressor genes (e.g., p53). Conversely, the study highlights the role of non-genotoxic mechanisms in tumor development, such as epigenetic alterations (DNA methylation and histone modifications) that disrupt gene expression without

altering the DNA sequence, chronic inflammatory processes, suppression of the immune response, and uncontrolled cellular proliferation.

The research places special emphasis on primary environmental and occupational sources of carcinogens, including tobacco smoke, air pollution from industrial and vehicular emissions, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), N-nitroso compounds, aromatic amines, heavy metals (cadmium, lead, mercury, chromium), and occupational exposures. The overarching conclusion of the literature analysis demonstrates that chemical carcinogenesis is not limited to isolated point mutations, but represents a complex, multi-stage pathological process (initiation, promotion, and progression) driven by the synergistic interaction of diverse genotoxic and non-genotoxic factors.

Key words: *chemical carcinogenesis, molecular mechanisms, oncological diseases, environmental factors, DNA adducts, genotoxicity, oxidative stress, epigenetics, mitochondrial dysfunction.*

Kirish. XXI asrda insoniyat salomatligiga eng jiddiy xavf soluvchi global muammolardan biri bu xavfli o‘sma kasalliklari, xususan, onkologik patologiyalardir. Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining ma’lumotlariga ko‘ra, saraton kasalliklari dunyo miqyosida o‘lim ko‘rsatkichlari bo‘yicha ikkinchi o‘rinni egallab, har yili millionlab insonlarning hayotiga zomin bo‘lmoqda. Onkologik kasalliklarning kelib chiqishi ko‘p omilli (multifaktorial) jarayon bo‘lib, bunda irsiy moyillik bilan bir qatorda atrof-muhit va ishlab chiqarish muhitidagi tashqi omillar, xususan, kimyoviy ksenobiotiklar hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, barcha xavfli o‘sma holatlarining 70-90% gacha qismi bevosita tashqi muhit omillari, shu jumladan kimyoviy kanserogenlar ta’siri bilan bog‘liqdir.

Kimyoviy kanserogenez — bu normal hujayraning malign (xavfli) o‘smaga aylanish jarayoni bo‘lib, u murakkab biokimyoviy va molekulyar o‘zgarishlarni o‘z ichiga oladi. Aksariyat kimyoviy kanserogenlar organizmga dastlab faol bo‘lmagan "prokanserogen" shaklda kirib, asosan jigar va boshqa to‘qimalardagi sitoxrom P450 fermentlar tizimi ishtirokida metabolik faollashuvga uchraydi. Natijada ular yuqori reaktiv elektrofillarga aylanib, hujayraning makromolekulalari — DNK, RNK va oqsillar bilan kovalent bog‘lanadi hamda DNK adduktlarini hosil qiladi. Bu esa o‘z navbatida genetik axborotning buzilishiga olib keladi.

Zamonaviy onkologiya va molekulyar biologiya yutuqlari kimyoviy kanserogenez faqatgina genotoksik mexanizmlar (to‘g‘ridan-to‘g‘ri DNK shikastlanishi va mutatsiyalar) bilan cheklanib qolmasligini, balki epigenetik o‘zgarishlar, hujayra ichidagi oksidlovchi stress, mitoxondrial disfunksiya va surunkali yallig‘lanish kabi nongenotoksik yo‘llar orqali ham amalga oshishini isbotlamoqda. Global industrializatsiya, atmosfera havosining sanoat va transport chiqindilari bilan ifloslanishi, politsiklik aromat uglevodorodlar (PAU), N-nitrozos birikmalari, og‘ir metallar (kadmiy, qo‘rg‘oshin, simob, xrom) hamda tamaki mahsulotlarini iste’mol qilish aholi orasida o‘sma kasalliklarining ortishiga asosiy sabab bo‘lib xizmat qilmoqda.

Mazkur adabiyotlar sharhining asosiy maqsadi — kimyoviy kanserogenezning fundamental molekulyar mexanizmlarini chuqur tahlil qilish, atrof-muhitdagi kanserogen omillarning inson genomiga va hujayra proliferatsiyasiga ta’sirini o‘rganish hamda o‘sma rivojlanishidagi zamonaviy ilmiy yondashumlarni umumlashtirishdan iboratdir.

Adabiyotlar tahlili. Kimyoviy kanserogenlarning molekulyar ta’sir mexanizmlarini chuqur tushuntirishda xalqaro ilmiy adabiyotlarda kanserogenlarning “asosiy xususiyatlari” (key characteristics) konsepsiyasi muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Ushbu konsepsiyaga ko‘ra, kimyoviy birikmalar hujayra sathida va ichida bir qator o‘ziga xos o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi. Ular orasida eng muhimlari sifatida elektrofil xususiyatga ega bo‘lish, yuqori genotoksiklik, DNK ta’miri (reparatsiya) tizimlarining izdan chiqishi, genom barqarorligining buzilishi va epigenetik o‘zgarishlar e’tirof etiladi. Shuningdek, hujayra ichida oksidlovchi stressning kuchayishi, surunkali yallig‘lanish jarayonlari, immunosupressiya, hujayra ichidagi retseptorlar orqali signal uzatilishining o‘zgarishi hamda hujayralarning cheksiz ko‘payish xususiyati va proliferatsiya yoki apoptoz muvozanatining buzilishi kanserogen ta’sirning asosiy tarkibiy qismlari hisoblanadi.

Kimyoviy kanserogenezning patogenezini o‘rganishda uning klassik modeli hamon o‘z ahamiyatini yo‘qotmagan bo‘lib, u uchta asosiy bosqichdan — “initsiatsiya – promotsiya – progressiya” jarayonlaridan iboratdir. Initsiatsiya bosqichida kimyoviy agent yoki uning faol metabolitlari genetik materialga (DNK) qaytarilmas va barqaror shikast yetkazadi. Keyingi promotsiya bosqichida esa dastlabki shikastlangan hujayralarning tanlanishi (seleksiyasi) va ularning tanada ko‘payishi keskin kuchayadi. So‘nggi progressiya davomida hujayralarda qo‘shimcha genetik va epigenetik o‘zgarishlar to‘planib, ular malign xususiyat kasb etadi hamda invaziv va metastatik qobiliyatlarga ega bo‘lgan xavfli o‘smaga aylanadi. Zamonaviy onkologik qarashlarda ushbu murakkab jarayon saraton biologiyasining asosiy “hallmark”lari (tamg‘alari) bilan uzviy bog‘liq holda hujayra darajasidagi ko‘plab funksional o‘zgarishlarni qamrab oladi.

Kimyoviy kanserogenlarning molekulyar ta’sir mexanizmlarini chuqur tushuntirishda xalqaro ilmiy adabiyotlarda kanserogenlarning “asosiy xususiyatlari” (*key characteristics*) konsepsiyasi muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Ushbu konsepsiyaga ko‘ra, kimyoviy birikmalar hujayra sathida va ichida bir qator o‘ziga xos o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi. Ular orasida eng muhimlari sifatida elektrofil xususiyatga ega bo‘lish, yuqori genotoksiklik, DNK ta’miri (reparatsiya) tizimlarining izdan chiqishi, genom barqarorligining buzilishi va epigenetik o‘zgarishlar e’tirof etiladi. Shuningdek, hujayra ichida oksidlovchi stressning kuchayishi, surunkali yallig‘lanish jarayonlari, immunosupressiya, hujayra ichidagi retseptorlar orqali signal uzatilishining o‘zgarishi hamda hujayralarning cheksiz ko‘payish xususiyati va proliferatsiya yoki apoptoz muvozanatining buzilishi kanserogen ta’sirning asosiy tarkibiy qismlari hisoblanadi.

Kimyoviy kanserogenezning patogenezini o‘rganishda uning klassik modeli hamon o‘z ahamiyatini yo‘qotmagan bo‘lib, u uchta asosiy bosqichdan — “initsiatsiya – promotsiya – progressiya” jarayonlaridan iboratdir. Initsiatsiya bosqichida kimyoviy agent yoki uning faol metabolitlari genetik materialga (DNK) qaytarilmas va barqaror shikast yetkazadi. Keyingi promotsiya bosqichida esa dastlabki shikastlangan hujayralarning tanlanishi (seleksiyasi) va ularning tanada ko‘payishi keskin kuchayadi. So‘nggi progressiya davomida hujayralarda qo‘shimcha genetik va epigenetik o‘zgarishlar to‘planib, ular malign xususiyat kasb etadi hamda invaziv va metastatik qobiliyatlarga ega bo‘lgan xavfli o‘smaga aylanadi. Zamonaviy onkologik qarashlarda ushbu murakkab jarayon saraton biologiyasining asosiy “hallmark”lari (tamg‘alari) bilan uzviy bog‘liq holda hujayra darajasidagi ko‘plab funksional o‘zgarishlarni qamrab oladi.

Kimyoviy kanserogenlarning organizmga ta’sirini yanada chuqurroq ochib berishda atrof-muhit va ishlab chiqarish muhitidagi xavf omillarining o‘rni alohida e’tiborga loyiqdir. Ilmiy manbalarda atrof-muhitdagi kimyoviy ksenobiotiklarning inson salomatligiga ko‘rsatadigan salbiy ta’siri bir nechta asosiy guruhlarga bo‘lib o‘rganiladi. Jumladan, tamaki tutuni tarkibida 70 dan ortiq ma’lum kanserogen moddalar (jumladan, politsiklik aromat uglevodorodlar va maxsus nitsrozaminlar) mavjud bo‘lib, ular nafas yo‘llari epiteliy hujayralarining genetik apparatiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri zarar yetkazadi. Havo ifloslanishi, xususan, yirik shaharlardagi sanoat korxonalari va avtotransport vositalarining chiqindi gazlari tarkibidagi maydadispers zarrachalar va og‘ir metallar birikmalari (kadmiy, qo‘rg‘oshin, xrom, nikel) o‘pka to‘qimalarida surunkali yallig‘lanishni keltirib chiqarib, o‘sma rivojlanishiga zamin hozirlaydi.

Kasbiy ekspozitsiya sharoitida ishlaydigan shaxslarning kimyoviy kanserogenlar (masalan, asbest tolalari, benzol, formaldegid, ionlashtiruvchi nurlanishlar bilan birga keluvchi kimyoviy birikmalar) ta’siriga uchrashi muayyan turdagi onkologik kasalliklar, xususan, mezotelioma, leykozlar va siydik pufagi saratonining uchrash chastotasini keskin oshirishi ko‘plab epidemiologik va eksperimental tadqiqotlarda o‘z tasdiqini topgan. Bu omillar nafaqat bevosita DNK tuzilishini o‘zgartiradi, balki hujayra proliferatsiyasini rag‘batlantirib, organizmning antioksidant va immunologik himoya tizimlarini izdan chiqaradi.

Shu bilan birga, so‘nggi yillardagi ilmiy izlanishlar metabolik sindrom va ovqatlanish omillarining ham kimyoviy kanserogenezdagi rolini alohida ta’kidlaydi. Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan N-nitrozos birikmalari, nitratlar va kanserogen oziq-ovqat qo‘shimchalari me’da-ichak trakti onkologiyasining kelib chiqishida asosiy xavf omillaridan biri hisoblanadi. Demak, kimyoviy kanserogenez jarayoni tashqi muhit ksenobiotiklarining biologik

xususiyatlari va organizmning ichki genetik hamda fiziologik javob reaksiyalarining o‘zaro murakkab uyg‘unligi sifatida namoyon bo‘ladi.

Tadqiqot metodologiyasi: Ushbu ilmiy maqola kimyoviy kanserogenezning fundamental molekulyar mexanizmlari, atrof-muhit omillarining o‘sma patogenezidagi roli hamda genotoksik va nongenotoksik jarayonlarning o‘zaro ta’sirini har tomonlama o‘rganishga bag‘ishlangan bo‘lib, uni bajarishda zamonaviy ilmiy-tadqiqot yondashuvlaridan foydalanildi. Tadqiqot jarayoni asosan adabiyotlar tahlili (literature review), qiyosiy-tizimli tahlil va mantiqiy umumlashma usullariga asoslandi. Ma’lumotlarni yig‘ish va ilmiy manbalarni tanlash uchun xalqaro va mahalliy ilmiy bazalar, jumladan PubMed, Scopus, Google Scholar, Web of Science, shuningdek Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) va Xalqaro saraton tadqiqotlari agentligining (IARC) so‘nggi yillardagi rasmiy hisobotlari va maqolalaridan foydalanildi. Adabiyotlarni qidirishda “kimyoviy kanserogenez”, “molecular mechanisms of carcinogenesis”, “DNK adduktlari va reparatsiya”, “atrof-muhit kanserogenlari”, “genotoksiklik va epigenetika”, shuningdek “sitoxrom P450 va metabolik faollashuv” kabi maxsus kalit so‘zlardan foydalanildi va mezonlarga javob beradigan eng ishonchli manbalar saralab olindi. Tadqiqot davomida kimyoviy kanserogenlarning organizmga kirishidan tortib, to malign o‘sma shakllangunga qadar bo‘lgan bosqichlari tizimli ravishda tahlil qilindi; xususan, kanserogenlarning prokanserogen shakldan faol elektrofillarga aylanish jarayoni, DNK bilan kovalent bog‘lanib adduktlar hosil qilishi, oksidlovchi stressning kuchayishi va epigenetik o‘zgarishlarning xarakteri qiyosiy o‘rganildi. Shuningdek, klassik “initsiatsiya – promotsiya – progressiya” modeli doirasida tashqi muhit ksenobiotiklarining (tamaki tutuni, og‘ir metallar, politsiklik aromat uglevodorodlar va sanoat chiqindilari) hujayra proliferatsiyasi va genom barqarorligiga ta’siri tahlil qilindi. Olingan barcha nazariy ma’lumotlar sintez qilinib, kimyoviy omillarning inson organizmidagi molekulyar va biokimyoviy o‘zgarishlar bilan bog‘liqligi mantiqiy ketma-ketlikda yagona ilmiy xulosaga keltirildi.

Tadqiqotning metodologik asosini yanada boyitish maqsadida xalqaro toksikologiya va onkologiyada e’tirof etilgan empirik va eksperimental ma'lumotlarni tahlil qilish prinsiplari ham qo‘llanildi. Xususan, kimyoviy kanserogenlikni baholashda inson populyatsiyalarida o‘tkazilgan epidemiologik kuzatuvlar, kogorta tadqiqotlari va "case-control" (holat-nazorat) usuli yordamida olingan statistik ma’lumotlar tahlilga tortildi. Laboratoriya sharoitida hayvonlarda o‘tkazilgan toksikologik testlar va in vitro (hujayra kulturalari) modellari asosida olingan ilmiy natijalar qiyosiy o‘rganilib, ularning inson organizmiga ekstrapolyatsiya qilinish darajasi baholandi. Shuningdek, zamonaviy omik texnologiyalari (genomika, proteomika va metabolomika) yordamida kimyoviy ksenobiotiklar ta’sirida hujayra ichidagi signal uzatish yo‘llarining o‘zgarishini o‘rganuvchi so‘nggi yillardagi ilmiy nashrlar chuqur tahlil qilindi. Bu esa atrof-muhit omillarining molekulyar darajadagi ta’sir mexanizmlarini nafaqat nazariy, balki amaliy va dalillarga asoslangan holda yoritish imkonini berdi.

Tahlil va natijalar: Olib borilgan adabiyotlar va zamonaviy ilmiy manbalar tahlili kimyoviy kanserogenezning molekulyar mexanizmlari hamda atrof-muhit omillarining o‘sma patogenezidagi o‘rni murakkab, ko‘p bosqichli va o‘zaro uzviy bog‘liq jarayon ekanligini yaqqol ko‘rsatdi. Kimyoviy ksenobiotiklarning inson organizmiga ta’siri natijasida yuzaga keladigan biokimyoviy va hujayraviy o‘zgarishlar quyidagi asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha tizimlashtirildi va tahlil qilindi:

Birinchidan, organizmga tushgan ko‘pchilik kimyoviy kanserogenlar o‘zining boshlang‘ich "prokanserogen" shaklida to‘g‘ridan-to‘g‘ri zarar yetkazmasdan, balki jigar va boshqa to‘qimalardagi mikrosomal fermentlar, xususan sitoxrom P450 (CYP450) tizimi ishtirokida metabolik faollashuvga uchrashi aniqlandi. Ushbu fermentativ o‘zgarishlar natijasida hosil bo‘ladigan yuqori reaktiv elektrofillar hujayraning makromolekulalari, xususan DNK molekulyar tuzilishidagi azotli asoslar bilan kovalent bog‘lanib, DNK adduktlarini hosil qiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, agar hujayraning DNK reparatsiya (ta’mirlash) tizimlari bu xatolarni o‘z vaqtida bartaraf eta olmasa, replikatsiya jarayonida barqaror genetik mutatsiyalar yuzaga keladi. Bu esa proto-onkogenlarning faollashishi va tumor-suppressor genlarning (xususan, *TP53*) funksional faoliyatining izdan chiqishiga olib keluvchi genotoksik shikastlanishlarning asosiy sababi hisoblanadi.

Ikkinchidan, olingan natijalar kimyoviy kanserogenez faqatgina to‘g‘ridan-to‘g‘ri genotoksik

shikastlanishlar bilan cheklanib qolmay, balki nongenotoksik (epigenetik) mexanizmlar orqali ham faol kechishini tasdiqladi. DNK ketma-ketligini o‘zgartirmagan holda genlar ekspressiyasini izdan chiqaruvchi epigenetik o‘zgarishlar — xususan, promotor regionlarning gipermetillanishi va gistonlar modifikatsiyasi o‘sma supressor genlarining faoliyatini bloklaydi. Shuningdek, kimyoviy moddalar ta’sirida hujayra ichida reaktiv kislorod shakllarining (ROS) ortishi hisobiga oksidlovchi stressning kuchayishi mitoxondrial disfunksiyani va lipidlar peroksidlanishini keltirib chiqaradi. Bu jarayonlar hujayra ichidagi signal uzatish yo‘llarini o‘zgartirib, hujayraning nazoratsiz bo‘linishiga (proliferatsiyasiga) va apoptoz (rejalashtirilgan hujayra o‘limi) jarayonining tormozlanishiga olib keladi.

Uchinchidan, atrof-muhit va ishlab chiqarish muhitidagi kanserogen omillarning ta’siri tahlil qilinganda, tamaki tutuni tarkibidagi politsiklik aromat uglevodorodlar (PAU), atmosfera havosining maydadispers zarrachalar ($PM_{2.5}$) va sanoat chiqindilari bilan ifloslanishi, shuningdek kadmiy, qo‘rg‘oshin, xrom kabi og‘ir metallar birikmalarining surunkali ta’siri to‘qimalarda yallig‘lanish jarayonlarini qo‘zg‘atishi aniqlandi. Surunkali yallig‘lanish o‘choqlarida ajralib chiqadigan sitokinlar va o‘sish omillari hujayralarning mutatsiyaga uchragan holda tezkor ko‘payishi uchun qulay mikroobyekt yaratadi.

Umumiy tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, kimyoviy kanserogenez klassik "initsiatsiya – promotsiya – progressiya" bosqichlari bo‘lib o‘tib, bunda atrof-muhit ksenobiotiklarining genotoksik va nongenotoksik xususiyatlari organizmning ichki biologik javob reaksiyalari bilan qo‘shilgan holda malign o‘smalarning shakllanishini ta’minlaydi.

Muhokama: Olib borilgan adabiyotlar tahlili va zamonaviy ilmiy ma’lumotlarning umumlashtirilishi kimyoviy kanserogenezning molekulyar mexanizmlari hamda atrof-muhit omillarining o‘sma patogenezidagi o‘rni bugungi kunda onkologiya va toksikologiyaning eng ustuvor va murakkab yo‘nalishlaridan biri ekanligini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kimyoviy ksenobiotiklarning inson organizmiga ta’siri faqat bitta fiziologik tizim bilan cheklanib qolmay, balki hujayra darajasidan tortib tizimli immun javobgacha bo‘lgan barcha bosqichlarni qamrab oladi.

Xususan, kimyoviy kanserogenlarning sitoxrom P450 fermentlar tizimi ishtirokida metabolik faollashuvi va natijada hujayra makromolekulalarida DNK adduktlarining hosil bo‘lishi genotoksik kanserogenezning asosiy fundamental tamoyili ekanligini ko‘rsatdi. Adabiyotlardagi ma’lumotlar bilan qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, DNK reparatsiya mexanizmlarining yetishmovchiligi yoki uning funksional izdan chiqishi genetik barqarorlikning buzilishiga olib keluvchi hal qiluvchi omil hisoblanadi. Bu holat proto-onkogenlarning patologik faollashuvi va *TP53* kabi muhim tumor-suppressor genlarning mutatsiyaga uchrashiga zamin yaratib, malign transformatsiyaning boshlang‘ich bosqichini ta’minlaydi.

Shu bilan birga, muhokama jarayonida faqat genotoksik omillar bilan cheklanib qolmasdan, balki nongenotoksik (epigenetik) mexanizmlarning ham o‘sma rivojlanishidagi o‘rni nihoyatda katta ekanligi aniqlandi. DNK ketma-ketligini o‘zgartirmasdan turib genlar ekspressiyasini boshqaruvchi epigenetik o‘zgarishlar (xususan, metillanish va gistonlar modifikatsiyasi), oksidlovchi stress natijasida yuzaga keladigan reaktiv kislorod shakllarining ko‘payishi hamda surunkali yallig‘lanish jarayonlari hujayralarning nazoratsiz proliferatsiyasiga olib keladi. Bu esa kanserogenezning klassik “initsiatsiya – promotsiya – progressiya” modeli doirasida atrof-muhit ksenobiotiklarining o‘rnini ilmiy jihatdan to‘laqonli izohlaydi. Atrof-muhit va ishlab chiqarish muhitidagi xavf omillari — tamaki tutuni, atmosfera havosining maydadispers zarrachalar va sanoat chiqindilari bilan ifloslanishi, shuningdek og‘ir metallar birikmalarining ta’siri aholi orasida onkologik kasalliklarning o‘sishiga bevosita sabab bo‘layotganligini ko‘rsatdi. Olingan natijalar kimyoviy kanserogenezning molekulyar mexanizmlarini chuqur anglash, xavfli omillarning inson organizmiga salbiy ta'sirini kamaytirish bo'yicha profilaktik chora-tadbirlarni ishlab chiqish hamda kelgusida yangi target (maqsadli) terapevtik yondashuvlarni topish uchun muhim ilmiy poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa. Mazkur adabiyotlar sharhi va ilmiy tahlil natijalari kimyoviy kanserogenezning fundamental molekulyar asoslari hamda atrof-muhit omillarining onkologik kasalliklar patogenezidagi o‘rnini chuqur yoritish imkonini berdi. Olingan ilmiy ma'lumotlarga ko'ra, aksariyat kimyoviy kanserogenlar organizmga dastlab prokanserogen shaklda kirib, sitoxrom P450 fermentlar

tizimi ishtirokida metabolik faollashuvga uchraydi va natijada yuqori reaktiv elektrofillarga aylanib DNK bilan kovalent bog‘langan holda adduktlar hosil qiladi. Agar hujayraning reparatsiya mexanizmlari bu jarayonlarni o‘z vaqtida bartaraf etmasa, bu holat nuqtaviy mutatsiyalarga, proto-onkogenlarning faollashuviga va tumor-suppressor genlarning, xususan *TP53* genining ishdan chiqishiga sabab bo‘ladi. Shu bilan birga, kanserogenez jarayoni faqatgina genotoksik omillar bilan cheklanib qolmay, balki DNK ketma-ketligini o‘zgartirmaydigan epigenetik o‘zgarishlar, reaktiv kislorod shakllarining ko‘payishi natijasida yuzaga keladigan oksidlovchi stress hamda surunkali yallig‘lanish kabi nongenotoksik omillar orqali ham hujayralarning nazoratsiz proliferatsiyasini keltirib chiqaradi. Atrof-muhitdagi xavf omillari, jumladan tamaki tutuni, atmosfera havosining sanoat va transport chiqindilari bilan ifloslanishi, politsiklik aromat uglevodorodlar hamda og‘ir metallar birikmalarining surunkali ta’siri inson genomining barqarorligini jiddiy buzib, malign o‘smalarning shakllanishi uchun qulay sharoit yaratadi. Umuman olganda, kimyoviy kanserogenez klassik "initsiatsiya – promotsiya – progressiya" bosqichlari orqali kechib, tashqi muhit ksenobiotiklari va organizmning ichki biologik javob reaksiyalarining o‘zaro sinergik ta’siri natijasida namoyon bo‘ladi. Mazkur nazariy xulosalar onkologik kasalliklarning oldini olish, ularni erta bosqichlarda aniqlash hamda aholini atrof-muhitning kanserogen omillaridan himoya qilish bo‘yicha ilmiy asoslangan profilaktik chora-tadbirlarni ishlab chiqishda muhim poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. World Health Organization (WHO). *Cancer statistics and global burden of disease*. Geneva: WHO, 2025.
2. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Agents Classified by the IARC Monographs*, Volumes 1–135. Lyon: IARC, 2024.
3. Guengerich, F. P. *Mechanisms of Chemical Carcinogenesis and Application to Modern Toxicology*. Chemical Research in Toxicology, 2021, 34(2), 299–312.
4. Klaunig, J. E., Kamendulis, L. M., & Hocevar, B. A. *The Key Characteristics of Chemical Carcinogens: A Relationship to Toxicity and Pathogenesis*. Toxicological Sciences, 2020, 175(1), 12–23.
5. Smith, M. T., Guyton, K. Z., Gibbons, C. F., et al. *Key Characteristics of Carcinogens as a Basis for Organizing Data in Hazard Evaluation*. Environmental Health Perspectives, 2016, 124(6), 713–721.
6. Hanahan, D. *Hallmarks of Cancer: New Dimensions*. Cancer Discovery, 2022, 12(1), 31–46.
7. Vogelstein, B., Papadopoulos, N., Velculescu, V. E., et al. *Cancer Genome Landscapes*. Science, 2013, 339(6127), 1546–1558.
8. Vineis, P., & Wild, C. P. *Global Cancer Patterns: Causes and Challenges*. The Lancet, 2014, 383(9916), 549–557.
9. Weinberg, R. A. *The Biology of Cancer* (2nd ed.). New York: Garland Science, 2019.
10. Lunn, R. M., Jahnke, G. D., & Fielden, M. R. *The Epigenome and Environmental Exposures*. Environmental Health Perspectives, 2017, 125(3), 405–412.
11. Boffetta, P., & Hashibe, M. *Alcohol and Cancer*. The Lancet Oncology, 2006, 7(2), 149–156.
12. Loomis, D., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., et al. *Carcinogenicity of Outdoor Air Pollution*. The Lancet Oncology, 2013, 14(13), 1262–1263.
13. Xoliqov, K. M., & Tursunov, B. X. *Onkologiya asoslari va kimyoviy kanserogenez mexanizmlari*. Toshkent: Yangi asr avlodi, 2022.
14. Tursunov, SH. A., & Saidova, M. N. *Atrof-muhit ksenobiotiklari va ularning genotoksik ta’siri*. O‘zbekiston tibbiyot jurnali, 2023, 4(2), 45–50.
15. Karimov, M. Y., & Nazarov, A. K. *Ekologik toksikologiya va kimyoviy xavfsizlik asoslari*. Toshkent: Fan va texnologiya, 2021

UO’K 543.27:543.068.5:546.21

GAZ-BO‘G‘ ARALASHMALARI TARKIBIDAN ASETONNI ANIQLOVCHI YARIMO‘TKAZGICHLI ANALIZATOR YAO‘A-AS

F.F.Xolmirzaev, mustaqil tadqiqotchi, Samarqand davlat universiteti, Samarqand
M.E.Eshkobilova, dots., DSc, Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Samarqand
Z.B.Murodova, dots., Samarqand davlat universiteti, Samarqand
E.Abduraxmanov, prof., Samarqand davlat universiteti, Samarqand

Annotasiya. *Gaz-bo‘g‘ aralashmalari tarkibidan asetonni konsentrasiyaning keng diapazonida aniqlovchi selektiv aseton analizatori “YAO‘A-As” ishlab chiqildi. Gaz analizatorlari asetonning konsentrasiyasini 0-100 mg/m^3 va 100-1000 mg/m^3 gacha bo‘lgan oralig‘ida, laboratoriya va real*

sharoitlarda sinovdan o'tkazildi. «YAO'A-As» gaz analizatori o'rganilgan konsentrasiyalar oralig'idagi asosiy absolyut va keltirilgan xato qiymati tegishli davlat standarti bilan belgilangan kiymatlaridan past va bu ishlab chiqilgan analizatorlarni asetonni inson nafasi va ishlab chiqarish jarayonlari chiqindi gazlari tarkibidagi mikro va makrokonsentrasiyalarini nazoratida ishlatilish imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

Kalit suzlar. *Aseton, analizator, yarimo'tkazgichli sensor, titan oksidi,mis oksidi, asosiy absalyut va keltirilgan xato.*

Аннотация. *Разработан селективный анализатор ацетона "YAO'A-As" на основе полупроводникового сенсора для определения ацетона в составе газопаровых смесей в широком диапазоне концентраций. Газоанализаторы были испытаны в лабораторных и реальных условиях для определения концентрации ацетона в диапазонах 0–100 мг/м³ и 100–1000 мг/м³. Установлено, что значения основной абсолютной и приведённой погрешностей газоанализатора "YAO'A-As" в исследуемых диапазонах концентраций ниже значений, установленных соответствующим государственным стандартом. Полученные результаты подтверждают возможность применения разработанного анализатора для контроля микро- и макроконцентраций ацетона в выдыхаемом человеком воздухе и в составе отходящих газов производственных процессов.*

Ключевые слова: *ацетон, анализатор, полупроводниковый сенсор, оксид титана, оксид меди, основная абсолютная погрешность, приведённая погрешность.*

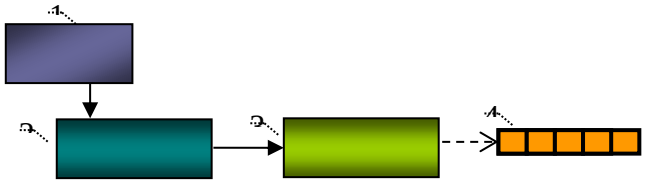
Abstract. *A selective acetone analyzer, designated "YAO'A-As", based on a semiconductor sensor was developed for the determination of acetone in gas-vapor mixtures over a wide concentration range. The gas analyzers were tested under laboratory and real-world conditions for the determination of acetone concentrations in the ranges of 0–100 mg/m³ and 100–1000 mg/m³. It was established that the basic absolute and reduced errors of the "YAO'A-As" gas analyzer within the investigated concentration ranges were lower than the values specified by the relevant state standard. The obtained results confirm the applicability of the developed analyzer for monitoring micro- and macroconcentrations of acetone in human exhaled breath and in exhaust gases generated during industrial processes.*

Keywords: *acetone, analyzer, semiconductor sensor, titanium oxide, copper oxide, basic absolute error, reduced error.*

Kirish. Turar-joy binolari havosida uchuvchan organik birikmalar miqdorining ortishi ko'p jihatdan inson hayoti uchun xavfli bo'lib bu turli lak-buyoqlar va polimer materiallarning keng tarqalishi bilan bog'liq [1, 2]. Shu munosabat bilan turar-joy va ofis binolari havosi tarkibining nazoratida aseton asosiy ifloslantiruvchi moddalardan hisoblanadi. Ko'pchilik lak-buyoqlardan ajralib chiquvchi asosiy ifloslantiruvchi komponent aseton bo'lib u inson salomatligi va atrof muhidga salbiy ta'sir ko'rsatadi [3,4]. Aseton – o'ziga xos hidli, rangsiz, uchuvchan suyuqlik[5] bo'lib, laklar, portlovchi moddalar va dori vositalari ishlab chiqarishda, to'qimachilik sanoatida keng qo'llaniladi[6-8]. U ko'plab kimyoviy sintezlar uchun yaxshi erituvchi va xomashyo hisoblanadi. Ta'kidlash joizki, dunyoda har yili qariyb 7 million tonna aseton ishlab chiqariladi va bu raqam doimiy ravishda ortib bormoqda. Aseton oson alangalanuvchi bo'lib, tarkibida 2,5% dan 12,8 hajm % gacha aseton bo'lgan havo aralashmalari portlovchan hisoblanadi[9,10].

Tajriba metodikasi. O'tkazilgan tadqiqotlar davomida gaz-bug' aralashmalari tarkibidan asetonni konsentrasiyaning keng diapazonida aniqlovchi selektiv aseton analizatori "YAO'A-As" ishlab chiqildi. Analizatr asetonning mikro- va makrokonsentrasiyalarini ikki xil diapazonda aniqlashga imkon beradi. Bundan birinchi diapazon 0-100 mg/m^3 oralig'ida va ikkinchi 100-1000 mg/m^3 oralig'ida aniqlaydi. Barcha turdagi nazorat sinovlarida kamida 3 ta yarimo'tkazgichli gaz analizator namunalari sinovdan o'tkazildi, tajribalarni o'tkazish shartlari va sinovlar soni GOST 13320-81 standartiga mos keldi. Atrof-muhit harorati 20±5 °C oralig'ida, gaz muhitining nisbiy namligi 40-60 %, bosim esa 730±20 mm sim. ust. ni tashkil etdi. Standart gaz aralashmalari (SGA) sifatida attestasiyadan o'tgan gazlar konsentrasiyasiga ega namunalar ishlatildi, ular asbobga 20±2 l/soat tezlikda uzatildi. O'lchov diapazoni: 0-1000 mg/m^{3}ga teng bo'lgan analizator signalining

belgilangan qiymatiga erishishi uchun talab etiladigan vaqt 15 sekunddan ortiq emas; Asbobni ishga tayyor bo‘lish (qizish) vaqti 7 daqiqadan oshmaydi. Yarimo‘tkazgichli analizator YAO'A-As. ning o'lchamlari shaxsiy telefan o'lchamlarida bo'lgan qurilma bo‘lib sifrali tablo, analog raqamli konvertor, signalni kuchaytirgich sensor, gaz kiritish kanali va boshqarish Ishlab chiqilgan analizator YAO‘A-As ni elektr sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. Analizatorning asosiy bloklari: 1 – sensor; 2 – differensial kuchaytirgich; 3 – analogo-sifrali preobrazovatel; 4 – svetodiodli indikatorlardan iborat.



1-rasm. Aseton analizatori YAO‘A-As ni bloklarining elektr sxemasi

Analizatorining signaliga turli omillarning ta'sirini o‘rganish maxsus laboratoriya uskunasi yordamida amalga oshirildi. Eksperimentlarda asetonning atmosfera havosidagi kichik konsentrasiyali standart aralashmasini shakllantirish uchun maxsus dozatordan foydalanildi. Tadqiqotlarda ishlatilgan selektiv sensorlar ushbu ishda taklif etgan metodikaga muvofiq tayyorlandi. Tajribalar davomida gazlarning aniqlanadigan konsentrasiyasi diapazonlari, aniqlashning asosiy xatolari, chiqish signalining variasiya sohasi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari va ularning taxlili. Gaz analizatorlari asetonning konsentrasiyasini 0-100 mg/m^3 va 100-1000 mg/m^3 gacha bo‘lgan oralig‘ida, laboratoriya va real sharoitlarda sinovdan o‘tkazildi. Laboratoriya sharoitlari: tahlil qilingan gaz aralashmasining harorati 20±5^{0}C; gaz aralashmani bosimi 76030 mm sim. ust; gaz aralashmasining nisbiy namligi 40-60%; Qurilmaning real ishlash sharoitlari: gaz aralashmasining harorati +5 - +50^{0}C; gaz bosimi 600-800 mm sim. ust; gaz muhitining nisbiy namligi 25-95 % ni tashkil qiladi; analizatorning burilish burchagi-30 % gacha. Gaz analizatorini konsentrasiyaning 0-100 mg/m3 va 100-1000 mg/m^3 oralig‘ida sinovdan o‘tkazish va asosiy xato qiymatini aniqlash uchun gaz-bo‘g‘ aralashmasi analizatorga quyidagi ketma-ketlikda kiritildi: 1-3-5-3-1-5, bu gaz aralashmasi raqamlar o‘lchanadigan komponentlarni quyidagi konsentrasiyalariga mos keladi (%): №1=105; №3=505; №5= 955. Gaz analizatorining sinov vaqtidagi asosiy mutloq xatosi gaz analizatorining ko‘rsatkichgichi bilan haqiqiy konsentrasiya oralig‘idagi farq ko'rinishida 4.1 formuladan foydalanib aniqlandi.

$$\Delta_i = = A_i - A_0 \quad (1)$$

bu yerda A_i- aniqlanuvchi komponentning asbob yordamida topilgan konsentrasiyasi; A_0- aniqlanuvchi komponentning haqiqiy konsentrasiyasi.

Gaz analizatorining asosiy nisbiy xatoligi (δi) quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$\delta_i = A_i - A_0 / A_0 \quad (2)$$

Asosiy keltirilgan xatolik (γi) gaz analizatori ko‘rsatkichlari va o‘lchash diapazoniga nisbatan olingan haqiqiy konsentratsiya qiymatlari o‘rtasidagi farq sifatida ifodalangan formula bo‘yicha aniqlandi:

$$\gamma_i = (A_i - A_0) / (S_k - S_n) \quad (3),$$

Bu erda Sk - Sn — gaz muhitidagi aniqlanadigan komponentlar konsentrasiyasini o‘lchashning boshlang‘ich va oxirgi chegaralari, %.

Gaz analizatorlari ko‘rsatkichlarining variasiyasi (V) quyidagi formula bo‘yicha aniqlandi:

$$B = A_{max} - A_{min} \quad (4),$$

Bu yerda Amax (Amin) — tekshirish nuqtasiga katta yoki kichik qiymatlar tomonidan yaqinlashganda olingan ko‘rsatkich (chiqish signali bo‘yicha aniqlanadigan komponent miqdori). Gaz muhiti parametrlarining gaz analizatorining qo‘shimcha xatoligiga (%) ta'siri har bir nuqta uchun quyidagi formula bo‘yicha aniqlandi:

$$\gamma_{dop} = \gamma_t + \gamma_{nor} \quad (5),$$

YAO‘A-As signalining aseton konsentrasiyasini birinchi (0-100 mg/m^3) va ikkinchi o'lchav diapazonlari (100-1000 mg/m^3) oralig‘ida konsentrasiyaga bog‘liqligi 1-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

Yarimo'tkazgichli sensor asosida tayyorlangan YAO'A-As analizatorining 0-100 mg/m^3 oralig'idagi signalini aralashmadagi aseton miqdoriga bog'liqligini tekshirish natijalari (n=5, R=0,95)

Aralashmadagi ase ton miqdori, mg/m^3	Aniqlangan aseton miqdori, mg/m^3		
	x±x	S	S_r*10^2
5	5,1±0,1	0,08	1,6
10	9,8±0,2	0,16	1,6
25	24,5±0,4	0,32	1,3
50	51,0±0,5	0,40	0,8
75	74,0±0,6	0,48	0,7
100	97,3±0,5	0,40	0,4

2-jadval

YAO'A-As analizatorining 100-1000 mg/m^3 o'lchav oralig'idagi signalini aralashmadagi aseton miqdoriga bog'liqligini tekshirish natijalari (n=5, R=0,95)

Aralashmadagi aseton miqdori, mg/m^3	Aniqlangan aseton miqdori, mg/m^3		
	x±x	S	S_r*10^2
100	98±0,7	0,56	0,6
200	201±0,6	0,48	0,2
300	302±1,2	0,96	0,3
400	403±2,6	2,09	0,5
500	501±1,5	1,21	0,2
600	603±2,2	1,77	0,3
700	697±4,2	3,38	0,5
800	804±3,3	2,65	0,3
900	903±3,1	2,49	0,3
1000	996±4,7	0,56	0,1

Taqdim etilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, o'rganilayotgan konsentratsiya intervalida gaz analizatorining analitik signalini aseton konsentratsiyasiga bog'liqligi to'g'ri chiziqli tavsifga ega. Bu esa tegishli GOST talablariga mos keladi. Aniqlash diapazoni 0-100 mg/m^3 ga teng bo'lgan gaz analizatorining asosiy mutlaq xatoligi (Δ) tekshirish nuqtalarida (1) formula bo'yicha aniqlandi, asosiy keltirilgan xatolik γ_{pr} qiymatlari esa (3) tenglama yordamida topildi. γ_{pr} qiymatini gaz analizatori ko'rsatkichlarining tekshirish nuqtasiga yaqinlashishdagi uchta qiymatidan, kichikdan katta qiymatlarga qarab topamiz: gaz-bo'g' aralashmalari (GBA) tarkibidan aniqlangan aseton miqdorini o'rtacha arifmetik qiymatlar 21,2 va 21,6 mg/m3. Keyinchalik, ikkita o'rtacha arifmetik qiymatdan umumiy o'rtacha arifmetik qiymatni topamiz – 21,4 va formulaga qo'yamiz: $\gamma_{pr},\%=(22,0-21,4)100/100=0,6$; bunda suratdagi qiymatlar ayirmasi (0,6) – mutlaq xatolik qiymatidir. 0-100 mg/m^3 diapazonidagi YAO'A-As analizatorining asosiy absolyut va keltirilgan xato qiymatlarini aniqlash natijalari 3- jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

"YAO'A-As" gaz analizatorining 0-100 mg/m^3 o'lchanadigan konsentratsiyalar diapazonida asosiy absolyut va asosiy keltirilgan xatoligini tekshirishda olingan natijalar (n=5, P=0,95; GBA №1-22,0; №3-48; №5-99)

Tajriba raqami	Asbobni ko'rsatishi, mg/m^3					
	Gaz-bug' aralashmasi raqami					
	1	3	5	3	1	5
1	21	46	99	48	21	98
2	20	47	98	47	22	98
3	22	48	101	49	22	99
4	21	48	98	48	21	98
5	22	47	99	47	22	99
o'rtacha.	21,2	47,2	99,0	47,8	21,6	98,4
o'rtacha.	21,4	47,5	98,7			
Asosiy abs. xato, mg/m^3	0,6	0,5	0,7			
Asos.keltirilgan xato,%	0, 6	0, 5	0, 7			

Topilgan mutlaq va nisbiy xatoliklar hamda analitik signal variasiyasi qiymatlari GOST 13320-81 bo'yicha normal sharoitlarda belgilangan o'rganilgan parametrlarning yo'l qo'yiladigan chegaralaridan oshmaydi. Ishlab chiqilgan gaz analizatorining o'lchash diapazoni (100-1000 mg/m^3) dagi signal qiymatini gaz-bo'g' aralashmasidagi aseton konsentrasiyasiga bog'liqligi to'g'ri chiziqli

tavsifga ega (jadval 4) ekanligi aniqlangan bo‘lib ushbu diapazonda abobning asosiy absolyut va keltirilgan xato qiymatlari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval.

Konsentratsiyaning 100-1000 mg/m^3 diapazonida asetonni aniqlovchi "YAO‘A-As" gaz analizatorining asosiy absolyut va asosiy keltirilgan xatoligi (n=5, P=0,95; GBA №1-22,0; №3-48; №5-99)

Aniqlanuvchi ko’rsatgich	Aralashmadagi aseton miqdori, mg/m^3						Xatoning 52033-2003 stan dart bo‘yicha ysul quyili shi mumkin bo‘lgan qiymati,%
	0	100	250	500	750	1000	
As. Abs. xato	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	±0,25
Kel. xato	0	0,01	0,05	1,00	0,05	1,00	±5,0

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko‘rinib turibdiki, «YAO‘A-As» gaz analizatori o‘rganilgan konsentrasiyalar oralig‘idagi asosiy absolyut va keltirilgan xato qiymati tegishli davlat standarti bilan belgilangan qiymatlaridan past va bu ishlab chiqilgan analizatorlarni asetonni inson nafasi va ishlab chiqarish jarayonlari chiqindi gazlari tarkibidagi mikro va makrokonsentrasiyalarini nazoratida ishlatilish imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

Xulosa. Gaz-bo‘g‘ aralashmalari tarkibidan asetonni konsentrasiyaning keng diapazonida aniqlovchi selektiv aseton analizatori “YAO‘A-As.” ishlab chiqildi. Analizatr asetonning mikro- va makrokonsentrasiyalarini ikki xil diapazonda aniqlashga imkon beradi. O‘lchov diapazoni: 0-1000 mg/m^{3}ga teng bulgan analizator signalining belgilangan qiymatiga erishishi uchun talab etiladigan vaqt 15 sekunddan ortiq emas; Asbobni ishga tayyor bo‘lish (qizish) vaqti 7 daqiqadan oshmaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1.Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд.7-е, пер. и доп. В трех томах. Под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н. Левиной. Л., «Химия», 1976.

2. Вредные химические вещества. Справ. изд. / А.Л.Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др.; Под ред. В.А. Филова и др., - Л.: Изд-во «Химия», 1989 г.

3. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества.Классификация и общие требования безопасности (с изменениями № 1 -2).

4. ГОСТ 32419 Классификация опасности химической продукции. Общие требования.

5.ГОСТ 2768-84 Ацетон технический. Технические условия.

6. Эшкобилова М.Э., Сманова З.А. Выбор оптимальных параметров получения газочувствительных плёнок на основе оксидов металлов // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2025. 12(138).

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
MINTAQAVIY BO‘LIMI
XORAZM MA’MUN AKADEMIYASI

XORAZM MA’MUN AKADEMIYASI AXBOROTNOMASI

№9/1 (142)
2026 y., sentabr

O‘zbekcha matn muharriri: Ro‘zmetov Dilshod
Ruscha matn muharriri: Hasanov Shodlik
Inglizcha matn muharriri: Xamrayev Nurbek, Lamers Jon
Musahhih: O‘rozboyev Abdulla
Texnik muharrir: Shomurodov Jur’at

“Xorazm Ma’mun akademiyasi axborotnomasi” O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligi Xorazm viloyat boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tgan. Guvoxnoma № 13-023

Terishga berildi: 07.09.2026
Bosishga ruxsat etildi: 14.09.2026.
Qog‘oz bichimi: 60x84 1/8. Adadi 14.
Hajmi 20.6 b.t. Buyurtma: № 9-T

Xorazm Ma’mun akademiyasi noshirlik bo‘limi
220900, Xiva, Markaz-1
Tel/faks: (0 362) 226-20-28
E-mail: mamun-axborotnoma@academy.uz
xma_axborotnomasi@mail.ru
Telegram **(+998) 97-458-28-18**