

**BIOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI DSc. 02/30.12.2019.K/B.37.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

BIOORGANIK KIMYO INSTITUTI

XALBEKOVA XULKAR UMMATKULOVNA

**O‘ZBEKISTONNING ISTIQBOLLI GALOFITLARINI
MIKROKLONLASH, SHO‘RLANGAN TUPROQLARGA
MOSLASHTIRISH VA KIMYOVIY TARKIBINI TADQIQ QILISH**

**02.00.10 – Bioorganik kimyo
03.00.12 – Biotexnologiya**

**BIOLOGIYA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTASIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

**Biologiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc) по
биологическим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)
on biological sciences**

Xalbekova Xulkar Ummatkulovna

О‘zbekistonning istiqbolli galofitlarini mikroklonlash, sho‘rlangan tuproqlarga moslashtirish va kimyoviy tarkibini tadqiq qilish..... 3

Халбекова Хулкар Умматкуловна

Микроклонирование и адаптация к засоленным почвам перспективных галофитов, произрастающих в Узбекистане и исследование их химического состава 29

Khalbekova Hulkar Ummatkulovna

Microcloning and adaptation to saline soils of promising halophytes growing in Uzbekistan and study of their chemical composition..... 56

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 60

**BIOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI DSc. 02/30.12.2019.K/B.37.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

BIOORGANIK KIMYO INSTITUTI

XALBEKOVA XULKAR UMMATKULOVNA

**O‘ZBEKISTONNING ISTIQBOLLI GALOFITLARINI
MIKROKLONLASH, SHO‘RLANGAN TUPROQLARGA
MOSLASHTIRISH VA KIMYOVIY TARKIBINI TADQIQ QILISH**

**02.00.10 – Bioorganik kimyo
03.00.12 – Biotexnologiya**

**BIOLOGIYA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B.2025.1.DSc/B157 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Bioorganik kimyo institutida bajarilgan

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.biochem.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim tarmog'ida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchilar:

Ziyavitdinov Jamolitdin Fazlitdinovich
kimyo fanlari doktori, professor

Tashmuhamedova Shoxista Sabirovna
biologiya fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Tilyabayev Zoitjon
biologiya fanlari doktori, professor

Nasmetova Saodat Mamajanovna
biologiya fanlari doktori

Muxamedov Rustam Sultonovich
biologiya fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Dissertatsiya himoyasi Bioorganik kimyo instituti huzuridagi DSc.02/30.12.2019. K/B.37.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil «26» iyun soat 10⁰⁰ da majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100125, Toshkent sh., Mirzo Ulug'bek ko'ch., 83. Tel.:71-262-35-40, faks: (99871) 262-70-63.

Dissertatsiya ishi bilan Bioorganik kimyo instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (262 raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100125, Toshkent sh., Mirzo Ulug'bek ko'ch., 83. Tel.:71-262-35-40, faks: (99871) 262-70-63, e-mail: shsha@mail.ru).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «11» iyun da tarqatildi.
(2025 yil 11 iyun da 6/1 raqamli restr bayonnomasi.)



Sh.I. Salixov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash raisi, b.f.d., akademik

N.R. Xashimova
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash ilmiy kotibi, b.f.d.

M.B. Gafurov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash qoshidagi ilmiy
seminar raisi, k.f.d., professor

KIRISH (doktorlik (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda global iqlim o'zgarishlari qurg'oqchilik, qum, tuz bo'ronlari, tuproq degradatsiyasi va sho'rlanish darajasining salbiy ta'siri keskin oshib bormoqda. Bu muammolar aholining hayot faoliyatiga, qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalari sohalarida qator muammolar ko'lami ortishiga sabab bo'lmoqda. Shu boisdan cho'l hududlarida tuproq-iqlim sharoitiga mos, suv tutish qobiliyatiga ega, tuproqdagi tuz miqdorini kamaytiradigan yangi avlod biotexnologik o'simliklar navlarini *in vitro* sharoitida ko'paytirishning ilg'or biotexnologik yo'riqnomalarini ishlab chiqish va ularni tashqi muhit stress omillarga bardoshli mikroko'chatlarini *ex vitro* moslashtirish muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda duynoda cho'l o'simlik resurslaridan oqilona foydalanishning yangi ilmiy strategiyalari zamonaviy biotexnologiya sohasining taraqqiyoti bilan uzviy bog'liq bo'lib, bu borada yangi istiqbolli yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borishni talab etmoqda. Jumladan, *in vitro* sharoitida istiqbolli o'simliklarning biotexnologik navlarini yaratish asosida genetik jihatdan samarali katta hajmda mikroko'chatlar klasterlarini yaratish; regenerantlarni o'stirish uchun yaroqli bo'lgan steril va infeksiyalardan xoli material olish; novdalar regeneratsiyasi va rivojlangan ildiz tizimi shakllanishini ta'minlaydigan mikroko'paytirish uchun maqbul sharoitlarni tanlash; tuproq sharoitiga o'tkazishda ularning muvaffaqiyatli yashovchanligini ta'minlaydigan *ex vitro* moslashuv usullarini ishlab chiqish borasida izlanishlar olib borilmoqda.

Mamlakatimizda Orol dengizi qurishi jarayonining mintaqa iqlim sharoitiga salbiy ta'sirini yumshatish bo'yicha Respublikamizda 2017-yildan hozirgi kungacha Orol dengizining qurigan tubida saksovul ko'chatlari va urug'larini ekish ishlari faol olib borilmoqda va 3,5 mln gektar hududda yashil makonlar yaratilib, yuqori natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston – 2030" strategiyasini amalga oshirishga oid davlat dasturi to'g'risida"gi Farmonida¹, xususan, 2025-yil "Atrof-muhitni muhofaza qilish va yashil iqtisodiyot yili"da Nukus, Buxoro, Jizzax va Qashqadaryo viloyatlarining cho'l hududlarida sho'rga va qurg'oqchilikka chidamli o'simliklar (galofitlar) bog'larini va "*in vitro*" laboratoriyalarini tashkil etish bo'yicha aniq vazifalar belgilab berilgan. Bu borada istiqbolli mahalliy galofit o'simliklarning stress omillarga bardoshli yangi avlod biotexnologik *in vitro* kulturasini Milliy biobankini shakllantirish va undan alternativ dorivor o'simliklar assortimentini yaratish hamda Orolning qurigan tubida fitoremidiant "yashil bog'lamlar" barpo etish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 28-fevraldagi PQ-130-sonli "Orol madaniyat sammitini yuqori saviyada o'tkazish to'g'risida"gi qarori, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2025-yil 13-fevraldagi 90-sonli "Qoraqalpog'iston Respublikasi Nukus tumanida galofit o'simliklari botanika bog'ini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 23-noyabrdagi PF-199-sonli "Respublikada yashillik

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentyabrdagi "O'zbekiston – 2030" strategiyasi to'g'risida"gi PF-158-son Farmoni.

darajasini yanada oshirish, “Yashil makon” umummilliy loyihasini izchil amalga oshirish orqali ekologik barqarorlikni ta’minlash tadbirlari to’g’risida”gi qarori va Farmonlari ushbu sohada qabul qilingan boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya ishida olib borilgan tadqiqotlar muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo’nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot O’zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining V. “Qishloq xo’jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” ustuvor yo’nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo’yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi².

Istiqbolli galofitlarni mikroklonlash *in vitro*, sho’rlangan tuproqlarga moslashtirish *ex vitro*, fitoremidiyasiyada qo’llash va kimyoviy tarkibini aniqlash, polifenollarining biologik faolliklarini tadqiq qilish, ular asosida alternativ dorivor o’simliklar va yangi avlod biotexnologik navlar yaratishga yo’naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta’lim muassasalarida, jumladan, Qurg’oqchil hududlarda qishloq xo’jaligini tadqiq qilish xalqaro markazi (ICARDA), Arizona universiteti (AQSH), Leybnis nomidagi agrolandshaft tadqiqot markazi (ZALF) (Germaniya), Sho’r suvli qishloq xo’jaligi xalqaro markazi (Birlashgan Arab Amirliklari), Tokio qishloq xo’jaligi va texnologiya universiteti (Yaponiya), Xitoy Fanlar akademiyasining Sinszyan geografiya va ekologiya instituti, Ozuqa ishlab chiqarish va agroekologiya federal ilmiy markazi (Rossiya), Botanika va fitointroduksiya instituti (Qozog’iston) kabi yetakchi ilmiy markazlarda olib borilmoqda.

Galofit o’simliklarni madaniylashtirish *in vitro*, stress muhitga moslashtirish *ex vitro*, kimyoviy xususiyatlarini, farmakologik va ularning biologik faolliklarini aniqlashga oid jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida bir qator, jumladan, quyidagi natijalar olingan: sho’r suv yordamida sug’orish asosida qimmatli yem-xashak, dorivor va manzarali o’simliklar landshaftlari yaratilgan (Ben-Gurion universiteti, Isroil), ozuqabop navlari yaratilgan (Arizona universiteti, AQSH), *in vitro* usulda mikroklonlash, boshlang’ich o’simlik eksplantini sterillash va ko’paytirish sharoitlari maqbullashtirilgan (Polsha Fanlar akademiyasining O’simliklar genetikasi instituti, Polsha), *in vitro* sharoitida o’simliklar metabolitlarini ishlab chiqarish, ularni tijoratlashga yo’naltirilgan texnologik platformalar yaratilgan dunyodagi yetakchi farmatsevtika kompaniyalari Thomas Scientific, Sigma-Aldrich, HiMedia Laboratories, Caisson Labs, Melford Laboratories, Alpha Laboratories, PlantMedia, kallus to’qimasi hosil bo’lishi va proliferasiyasida fitogormonlar kombinatsiyalari ishlab chiqilgan (Misr fan va texnologiya markazi, Misr), Orol bo’yi o’simliklarini tibbiyotda qo’llash va ularning biologik faolliklari aniqlangan (Botanika instituti, Xitoy Fanlar akademiyasi, Xitoy), oqsil, vitaminlar miqdori va polifenollar identifikatsiyalangan (O’simliklar biologiyasi va biotexnologiyasi instituti, Qozog’iston) Janubiy Orolning turli hududlarida tarqalgan 200 dan ortiq istiqbolli turlaridan laboratoriya sharoitlarida

² Dissertatsiya mavzusi bo’yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharhi www.sciencedirect.com, www.researchgate.net, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles va boshqa manbalar asosida tayorlangan.

biokimyoviy, kimyoviy, molekulyar-biologik va biotexnologik tahlillarni amalga oshirish uchun biomateriallari (ildiz, poya, barg, meva va urug‘lari) yig‘ilgan (O‘z RFA Bioorganik kimyo instituti).

Dunyoda galofit o‘simliklarning *in vitro* sharoitida biotexnologik navlarini yaratish, sho‘rlangan tuproqlarga moslashtirish va kimyoviy tarkibini tadqiq qilish bo‘yicha qator ustuvor yo‘nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda, jumladan, stress omillarga chidamli yangi *in vitro* genetik bankini yaratish, tuproqlarni tuz va og‘ir metallardan tozalashda (fitoremidatsiya), biologik faol moddalarni identifikatsiyalash, polifenollarning biologik faolliklarini aniqlash, *ex vitro* usulida yetishtirish moslashuvi uchun ilg‘or texnologiyalarni ishlab chiqish va amaliyotga qo‘llash.

Muammoninig o‘rganilganlik darajasi. Sho‘rlangan hududlarda galofitlarni yetishtirishga oid tadqiqotlar I.Olerly, B.Khan, M.Gull, C.Keiffer, F.Milano, M.Colette, L.Chen, Ch.Linlin, C.Dong, D.Han kabi xorijlik olimlar tomonidan olib borilmoqda. Shuningdek, so‘nggi yillarda *Chenopodiaceae* oilasiga mansub *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda* va *Atriplex* turlarini *in vitro* usulida ekish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilgan.

Biologik faol moddalar miqdori yuqori bo‘lgan o‘simliklarning biotexnologik liniyalarini olish Al-Khalifan, O.Aldahhak, F.Alu, P.Birnbaum va boshqalarning ishlarida ham ko‘rsatib o‘tilgan. B.Zolfaghari rahbarligida *Chenopodiaceae* oilasiga mansub galofit o‘simliklarning regenerant va kallus to‘qimalaridan olingan ekstraktlarning *HeLa* liniyasi saraton hujayralariga qarshi ta’siri o‘rganilgan. Natijada differensial (tabaqalashgan) hujayralar ekstraktlari kuchli sitotoksik ta’sirga va antifungal faollikka ega ekanligi aniqlangan.

So‘nggi o‘n yillikda xitoylik olimlar Y.Oyunbileg, Q.Van, Y.Jiang, X.Xiao va boshqalarga *Chenopodiaceae* oilasi vakillari tadqiqot obyekti sifatida katta qiziqish uyg‘otgan bo‘lib, ular tomonidan kallus kulturalarining kimyoviy tarkibini to‘liq tadqiq qilish va biologik faol moddalarini ajratib olish bo‘yicha izchil tajribalar olib borilgan. Turk olimlari A.Ozusag‘lam, M.Erzengin tomonidan *Chenopodiaceae* oilasiga mansub *Petrosimonia* n-geksan ekstraktining antioksidantlik faolligi ham o‘rganilgan bo‘lib, uning IC₅₀ konsentratsiyasi 83,56 mkg/ml bo‘lganda DFPG radikallarini tutib qolish qobiliyatini aniqlangan.

Respublikamizda olib borilayotgan izlanishlar jarayonida Orol dengizining qurigan tubida galofitlarga ixtisoslashgan o‘simliklar yetishtirishning ilg‘or yondashuvlari ishlab chiqilmoqda, bu kabi tadqiqotlar “Orolbo‘yi” (Qorao‘zak tumani) xalqaro innovatsiyalar markazi negizida jadal ravishda olib borilmoqda. Orolbo‘yi hududlarida istiqbolli galofit o‘simliklarni aniqlash, yangi alternativ dorivor o‘simliklar hajmini kengaytirish, ular tarkibidagi biologik faol moddalarni tadqiq qilish bo‘yicha ilmiy izlanishlar Bioorganik kimyo instituti, O‘rmon xo‘jaligi ilmiy-tadqiqot instituti, Botanika institutlarida akademik Sh.I.Salixov, akademik A.S.To‘rayev, akademik K.Sh.Tojiboyev, professor A.Rabbimov, professor A.G.Bekchanovlar rahbarligida olib borilmoqda.

Ammo O‘zbekistonning turli sho‘rlangan, suvsiz hududlarida tarqalgan, *Chenopodiaceae* oilasining istiqbolli o‘simliklarining *in vitro* biotexnologiyasi,

kimyoviy tarkibini o'sish fazalari bilan bog'liq ravishda biologik faolliklarini hamda o'simliklarning Orolqum muammolarini bartaraf etishda qo'llanishiga oid ilmiy tadqiqotlar mavjud emas.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Bioorganik kimyo instituti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining AL-632204135 "Orolbo'yida noan'anaviy sho'r va qurg'oqchilikka chidamli ekinlarning istiqbolli galofitlarini ekish va ko'paytirish" (2022–2023-y.) mavzusidagi amaliy loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi O'zbekistonning *Chenopodiaceae* oilasiga mansub istiqbolli galofit o'simliklarni *in vitro* kulturasiga kiritish, biotexnologik xomashyo va hujayra kulturalari tarkibidagi biologik faol moddalarni aniqlash hamda polifenollarning kimyoviy tarkibini va biologik faolligini o'simliklarning o'sish sharoitiga bog'liqligini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Chenopodiaceae oilasiga mansub galofitlarning o'sish hududiga bog'liq holda reproduktiv organlarining shakllanish xususiyatlarini o'rganish;

O'zbekistonning ekstremal sharoitlarida reproduktiv a'zolari parametrlarining biologik xususiyatlarini aniqlash;

maqbul sterilizatsiya vositalarini tanlash, o'simlik eksplantlarini tayyorlash, va galofitlarni mikroklonal ko'paytirish uchun ma'qul ozuqa muhiti tarkibini maqbullashtirish;

O'zbekistonning turli cho'l hududlaridagi tabiiy namunalarda, shuningdek, regenerantlarning qiyosiy fitokimyoviy tahlillar (og'ir metallar, erkin aminokislotalar, uglevodlar va vitaminlarni aniqlash) o'tkazish;

tabiiy va regenerant o'simliklar tarkibidagi fenol birikmalarini ajratib olish hamda YSSX va LC-MS usullari bilan identifikatsiyalash;

ajratilgan polifenollarning antifungal, antibakterial va antioksidanlik faolliklarini aniqlash;

Halocnemum strobilaceum turining tabiatdan olingan namunasi va regenerant o'simliklarining tarkibidan ajratilgan polifenollarning qiyosiy antiproliferativlik tahlilini o'tkazish;

regeneratsiya qiluvchi o'simliklar biomassasi ko'payishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadigan fitoregulatorlar bilan boyitilgan ozuqa muhitida yetishtirishning yo'riqnomalarini ishlab chiqish;

Orol dengizi tubi tuprog'iga o'simliklarni *ex vitro* usulida yetishtirish uchun biotexnologik namunalarni tanlash, moslashuvi uchun ilg'or texnologiyalarni ishlab chiqish va amaliyotga qo'llash.

Tadqiqotning obyekti sifatida Sirdaryo, Jizzax, Buxoro viloyatlari va Orolqum hududlarida tarqalgan *Chenopodiaceae* oilasiga mansub 24 turdagi galofitlarning o'sish tuprog'i, poya, barg, meva, urug'lari hamda *in vitro* sharoitidagi mikronihollari olingan.

Tadqiqotning predmetini *in vitro* sharoitida istiqbolli galofitlarning birlamchi eksplantlari, og'ir metallar, erkin aminokislotalar, uglevodlar, vitaminlar, shuningdek, o'sish hududlaridagi tabiatdan olingan o'simlik namunalari va

regenerantlardan ajratilgan polifenol birikmalar, *ex vivo* usulida Orolqum tuproqlaridagi mikroko‘chatlarini moslashtirish tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot ishida fizik-kimyoviy (YSSX, neytron aktivatsion tahlili, xromato-mass-spektrometriya, kukunli lazer difraktometriyasi), biotexnologik (*in vitro*, *ex vitro*), biologik va qiyosiy tahlil usullaridan foydalanilgan.

Dissertatsiya tadqiqotining ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor *Chenopodiaceae* oilasi vakillarining urug‘chiligini tashkil etishda samarali agrobiologik va agrotexnik tamoyillari ishlab chiqilgan;

19 tur galofitlarni sterilizatsiyalashning jadal kombinatsiyalari ishlab chiqilib, *in vitro* sharoitida sifatli regenerant o‘simliklar yaratishning samarador yondashuv ekanligi isbotlangan;

Chenopodiaceae oilasining istiqbolli 19 turdagi galofitlaridan regenerant o‘simliklarni jadal o‘stirish texnologiyasiga asoslangan maxsus yo‘riqnomalar ishlab chiqilgan;

12 turdagi og‘ir metallarning miqdori o‘ganilib, 13 tur o‘simlik fitoremediatsiyada va 11 tur biologik faol qo‘shimchalar yaratishda foydali o‘simliklar guruhlariga ajratilgan;

O‘zbekistonning turli cho‘l hududlarida tarqalgan 12 tur o‘simlik 300-500 Mm NaCl ozuqadagi regenerantlarida osmolitlarning faol sintezlanishi *in vitro* tajribalarda isbotlangan;

Halocnemum strobilaceum gullash fazasida 25 ta, nihollarda – 7 ta, MS – 4 ta hamda stress muhitda yetishtirilgan regenerantlarda 13 xil tibbiyotda muhim bo‘lgan polifenollar identifikatsiyalangan;

galofitlar polifenollarining yig‘indisi gramm-musbat va gramm-manfiy bakteriyalar o‘shishiga antagonistik ta’siri hamda DFGP erkin radikalini so‘ndirishi aniqlangan;

H. strobilaceum turning regenerant o‘simliklari polifenollar yig‘indisi *HeLa* saraton hujayralariga 27% antiproliferativlikni namoyon etishi isbotlangan;

Orol dengizi tubida N 44°7'36,84, E 58°50'39,25 koordinatalarida mikroko‘chatlarining 47 % moslashuvi natijasida, Orolqumda birlamchi yashil qoplamalar yaratilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Chenopodiaceae oilasiga mansub istiqbolli turlari uchun *in vitro* sharoitida mikroklonlashning iqtisodiy samaradorligi baholangan va maxsus biotexnologik yo‘riqnomalari ishlab chiqilgan;

O‘zbekistonning istiqbolli galofitlarini hujayra seleksiyasi texnologiyasi asosida yuqori sho‘rlanishga bardoshli yangi biotexnologik kolleksiyasi yaratilgan;

Orol dengizi tubining “0” nuqtasi sharoitlariga biotexnologik usullar asosida olingan mikroko‘chatlar moslashganligi, ularning shu hududda donor o‘simliklar kabi ko‘payish salohiyati aniqlangan;

Orol dengizi tubining “0” nuqtasiga O‘zbekistonning turli ekologik hududlaridan yig‘ilgan 15 turdagi galofit o‘simliklar urug‘lari ekilgan va ular orasida Mirzacho‘l vohasi o‘simliklar urug‘laridan foydalanish tavsiya etilgan;

in vitro sharoitda o‘simlik to‘qimalarida biologik faol moddalarning tabiiy manbai sifatida Mirzacho‘l vohasi va Orolbo‘yi o‘simliklaridan foydalanish uchun tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi olingan hosilalarni tadqiq qilishda zamonaviy fizik-kimyoviy va biologik tadqiqot usullaridan foydalanilganligi; tadqiqot natijalarining respublika va xalqaro miqyosdagi ilmiy konferensiyalarda muhokama etilganligi, tajribalar natijalarini O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tan olingan mahalliy va xalqaro ilmiy jurnallarida chop etilganligi, amaliy natijalarni vakolatli davlat tuzilmalari tomonidan tasdiqlanganligi bilan asoslandi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati *in vitro* sharoitda *Chenopodiaceae* oilasiga mansub istiqbolli ozuqabop va dorivor 19 turdagi galofitlarning mikroklonlar klasterini yetishtirishga ixtsoslashgan biotexnologik tadqiqotlar hamda qiyosiy ravishda osmolitlarning to‘planish dinamikasi o‘shish hududi, rivojlanish fazalari va *in vitro* sharoitida maqbullastirilgan ozuqalar tarkibiga bog‘liqligining to‘liq sikli bo‘yicha ishlanmalarning sinovdan o‘tkazilgani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, biotexnologiyaning to‘qimalar seleksiyasi usuli asosida biologik faol moddalarning muqobil tabiiy manbayi sifatida regenerat o‘simliklari biomassasidan foydalanish hamda cho‘l hududlarda og‘ir metallarni fitoremediasiya va fitomelioratsiya ishlarini olib borish bo‘yicha ishlab chiqilgan yondashuvlar tuproqlarning tozalanishiga va Orol dengizining qurigan tubida yashil plantatsiyalar yaratishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarini joriy qilinishi. O‘zbekistonda o‘sadigan istiqbolli galofitlarning mikroklonlash va sho‘rlangan tuproqlarga moslashishini o‘rganish va ularning kimyoviy tarkibini tadqiq qilish bo‘yicha ilmiy-amaliy natijalar asosida:

yaratilgan galofitlarning biotexnologik liniyalaridan Respublikada cho‘l o‘rmon xo‘jaligini barpo etishda foydalanilgan (O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 2024-yil 4-yanvardagi 03-03/3-9-son ma‘lumotnomasi). Natijada O‘zbekistonning cho‘l hududlarida kuzgi yaylov plantatsiyalarini rivojlantirish imkonini bergan;

galofitlarning reproduktiv organlarida yuqori stress omillar ta‘sirida sodir bo‘ladigan barcha jarayonlarning texnologik parametrlari bo‘yicha ishlab chiqilgan tavsiyalar 2023-yilda “Orol dengizi havzasini ko‘kalamzorlashtirish” dasturini amalga oshirishda qo‘llangan (O‘zbekiston Ekologik partiyasining 2023-yil 27-dekabrda 01/435-son ma‘lumotnomasi). Natijada Orol mintaqasida yerlarning meliorativ holatini tiklash va cho‘l biosenozlarini saqlash imkonini bergan;

ex vitro usulida olingan ko‘chatlar Orol dengizi “0” nuqtadagi tajriba maydoniga ekib ko‘paytirilgan (O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 9-yanvardagi 4/17-9/1-2-719-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada Mirzacho‘l vohasidan to‘plangan galofit o‘simliklarning urug‘lik zahiralari Orol dengizi “0” nuqtada biotexnologik yopiq ildizli mikroko‘chatlar asosida ko‘kalamzorlash imkonini bergan;

Orol dengizi “0” nuqtada galofit o‘simliklar urug‘ini ekishning agrobiologik usullari asosida *Chenopodiaceae* oilasining 15 turi ko‘paytirilib, joriy qilingan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi O‘rmon xo‘jaligi davlat qo‘mitasining 2024-yil 15-fevraldagi 01/116-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada Orolqum mintaqasi uchun yashil belbog‘lar yaratishga seleksiya-urug‘chilik ishlarini olib borish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprotatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 9 ta xalqaro va 10 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi. Dissertatsiya tadqiqoti bo‘yicha jami 53 ta ilmiy ish nashr etilgan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 23 ta maqola, jumladan, 15 tasi respublika va 8 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, yettita bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 223 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati, maqsad va vazifalari asoslab berilgan, tadqiqotning obyekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlanish yo‘nalishiga muvofiqligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etish asoslari keltirilgan, nashr etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning “Sho‘rlangan yerlar unumdorligini tiklash, ularning o‘rnida istiqbolli galofit o‘simliklar plantatsiyalarini barpo etish” deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar va muammoning o‘rganilganlik darajasi batafsil tahlil qilingan, sho‘rlangan yerlar unumdorligini galofit o‘simliklar yordamida tiklash, oziq-ovqat, chorva ozuqasi, farmatsevtika sanoati uchun xomashyo, shuningdek, biomassa va bioyoqilg‘i ishlab chiqarish uchun foydalanilayotgan ushbu o‘simliklar plantatsiyalarini barpo etish bo‘yicha so‘nggi yillardagi tadqiqot natijalari keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Istiqbolli galofitlarni *in vitro* sharoitida mikroklonlash, *ex vitro* tashqi muhitga moslashtirish va kimyoviy tarkibini tadqiq qilish usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotning obyekti *Chenopodiaceae* (*Amarantaceae*) oilasiga mansub 24 tur olingan. Dissertatsiya ishini bajarishda o‘simliklarni *in vitro* sharoitida ko‘paytirishning biotexnologik usullari, *ex vitro* moslashtirish, texnik (ekstraksiya, filtrlash, haydash, liofil quritish), xromatografik (YUSSX), fizik-kimyoviy tahlil usullari: xromato-mass-spektrometriya LC-MS qo‘llandi. Antibakterial va antifungal faollik lunka-diffuzion agar usulida, antioksidant faollik DFPG (1,1-difenil-2-pikrilgidrazil) yordamida o‘rganildi. [3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difenil-2H-tetrazoliy bromid] (MTT) sitotoksikligini aniqlashda biokimyoviy usul hamda statistik usullaridan foydalanilgan.

Dissertatsiyaning “*Chenopodiaceae* oilasiga mansub istiqbolli turlarning *in vitro* sharoitida mikroklonal ko‘paytirish va katta hajmda biomassa olishning biologik imkoniyatlari” deb nomlangan uchinchi bobida Respublikamizning cho‘l hududlari va qurigan Orol dengizi tubini ko‘kalamzorlashtirishning dolzarb muammolaridan biri galofit o‘simliklarning urug‘lik biomaterialining yetishmasligi kabi jarayonlar va ularni hal etishda biotexnologik yondashuvlar orqali ilmiy yechimlar ishlab chiqilgan. Xususan, to‘liq yetilgan urug‘larning yetarli emasligi bu muammoning muhimligini ko‘rsatadi. Shu munosabat bilan o‘rganilayotgan galofitlarning gullash jarayonining sutkalik dinamikasi, urug‘ unumdorligi, urug‘ning unib chiqish biologiyasi tahlil qilindi.

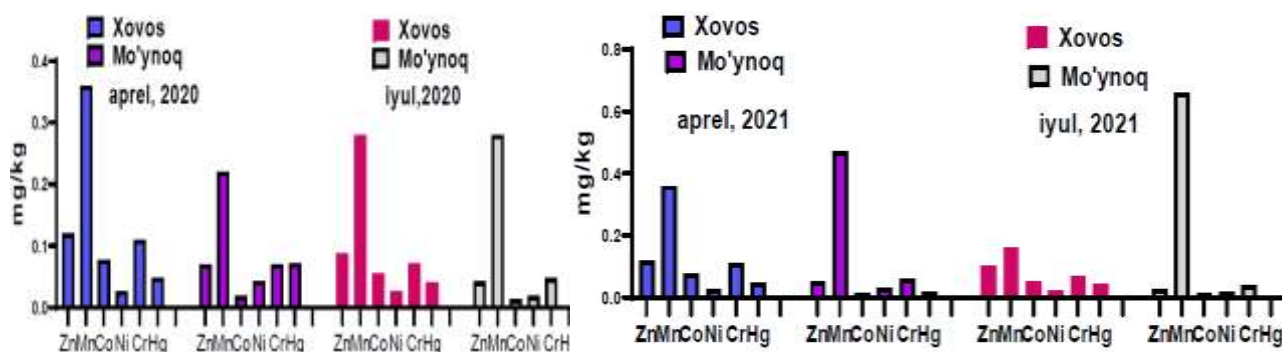
Tadqiqot obyektlarini *in vitro* sharoitida kulturaga kiritish, ozuqa muhiti tarkibini maqbullashtirish orqali steril eksplantlar olish va regenerant o‘simliklarning katta biomassasini olishning natijalari muhokama qilindi. Galofit o‘simliklarning meva hosil qilish biologiyasi va reproduktiv qobiliyatining asosiy masalalarini o‘rganish ushbu oilaga mansub istiqbolli galofit o‘simliklar urug‘chiligining samarali agrobiologik va agrotexnik asoslarini ishlab chiqishga xizmat qildi va *in vitro* usulida ko‘paytirish asosida biotexnologik klaster shakllanishiga imkoniyat yaratdi. Tadqiqot jarayonida turli reagentlar, jumladan, diatsid, simob xlorid, sovunli eritmalar, etil spirtining turli konsentratsiyalardagi suvli eritmaları (70%, 75%, 96%) va Belizna eritmasining har xil suyultirilgan (nisbati 1:10 va 1:20) sinovdan o‘tkazildi. Tajribalar mobaynida 30 daqiqa tiomersal 0,001% eritmasida, 70% etanolda 15-30 daqiqa davomida ushlab turilganda va har bir ishlovdan so‘ng uch marta steril distillangan suvda yuvilgan eksplantlarda eng ijobiy natijalarga erishildi. O‘rganilgan turlarida dastlabki nihollarning shakllanishi kulturalashning 7–15 kun o‘tgach kuzatildi. Nihollar 28 kun mobaynida to‘liq o‘simlik holatida rivojlangandan so‘ng yangi ozuqa muhitiga ko‘chirildi. Mikroqalamchalarni gormonsiz MS muhitida o‘stirish jarayonida regenerantlarda I-II bo‘g‘im oraliqlarida novdalar soni ortib bordi, ammo ildiz tizimida rivojlanish sustlashdi. MS muhitida eksplantlar 5–10 sutka davomida sinxron faollashuvi kuzatildi: yuqorida vegetativ organlar, asosiy o‘q ildiz rivojlandi. Brinchi (passaj) uchun MS, ikkinchi ko‘chirib o‘tkazishda $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 mg/l 6-BAP + 0,3 mg/l ISK eng maqbul ozuqa muhiti ekanligi aniqlandi. Shuningdek, yig‘ilgan turlarning urug‘lik materiallarining *in vitro* sharoitida o‘sinh va rivojlanishi bo‘yicha hududlararo solishtirganda, Buxoro va Mo‘ynoqda o‘rganilgan turlarga nisbatan Mirzacho‘lning bionamunalarda ustun ekanligi ma’lum bo‘ldi. Keyinchalik regenerantlarni jadal ko‘paytirish uchun $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 mg/l 6-BAP + 0,5 mg/l kinetin va $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 mg/l 6-BAP + 0,3 mg/l ISK ozuqa muhitlari sinovdan o‘tkazildi. Ushbu ozuqa muhitida Buxoro va Mo‘ynoqdan yig‘ilgan turlar *in vitro* sharoitidagi nihollar uzunligining qisqarishi ularning ekstremal sharoitlarga moslashganligi bilan bog‘liqligi *in vitro* tajribalarida o‘z tasdig‘ini topdi. Mikroqalamchalarni morfogenetik rivojlantirishda eng maqbul ozuqa $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 mg/l 6-BAP + 0,5 mg/l Kin bo‘lib, nobud bo‘lgan regenerantlar soni 12,1% dan 28,7% tashkil etdi. Natijada, *Chenopodiaceae* oilasining biotexnologik kolleksiyasini yaratishda istiqbolli 19 tur uchun maxsus mikroklonal ko‘paytirish yo‘riqnomalari ishlab chiqildi (1-jadval).

1-jadval

Chenopodiaceae oilasiga mansub galofitlarni *in vitro* sharoitida morfogenez jarayonlarining induksiyasi uchun ishlab chiqilgan maxsus biotexnologik yo‘riqnom

O‘simliklar turi		Eksplant tipi	Ozuqa muhiti	Qo‘llangan o‘shish gormonlari		Maqbullashtirilgan ozuqa muhitlari
				sitokoninlar	auksinlar	
Bir yillik o‘simliklar	<i>Climacoptera aralensis</i> (Iljin) Botsch. <i>C. ferganica</i> (Drob.) Botsch. <i>C. affinis</i> (C. A. Mey.) <i>C. transoxana</i> (Iljin) Botsch. <i>C. turgaica</i> (Iljin) Botsch. <i>C. intricata</i> (Iljin) Botsch. <i>C. longistylota</i> (Iljin) Botsch. <i>C. lanata</i> (Pall.) Botsch.	Nihol (o‘simta)	MS	BAP, Kin	IUK	½ MS+0,5 mg/l 6-BAP+0,3 mg/l IUK MS+0,5 mg/l 6- BAP +1,0 mg/l IUK ½ MS+0,5 mg/l 6- BAP +0,5 mg/l Kin
	<i>Suaeda heterophylla</i> (Kar. Et Kir.) Bunge <i>S. paradoxa</i> (Bunge) <i>S. microsperma</i> (C. A. Mey.) Fenzl <i>S. altissima</i> (L.) Pall. <i>S. arcuata</i> Bunge	Nihol (o‘simta)	MS	BAP, Kin	IUK	½ MS+0,5 mg/l 6- BAP +0,3 mg/l IUK ½ MS+0,5 mg/l 6- BAP +0,5 mg/l Kin
	<i>Atriplex tatarica</i> <i>A. auscheri</i> <i>A. dimorphostegia</i>	Nihol (o‘simta)	MS	BAP, Kin	IUK	½ MS+ 0,5 mg/l 6-BAP +0,3 mg/l IUK ½ MS+ 0,5 mg/l 6-BAP +0,5 mg/l Kin
Ko‘p yillik o‘simliklar	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.Bieb.	Nihol (o‘simta)	MS	BAP, Kin	IUK, NUK	MS +0,5 mg/l 6-BAP +0,3 mg/l IUK MS +0,5 mg/l 6-BAP +0,5 mg/l Kin MS +0,5 mg/l 6-BAP +0,5 mg/l NUK
	<i>Salsola dendroides</i> Pall.		MS, WPM	BAP, Kin	-	MS+0,5 mg/l 6-BAP +0,5 mg/l Kin WPM+0,3 mg/l 6-BAP +0,2 mg/l Kin WPM+0,5 mg/l 6-BAP +0,5 mg/l Kin
	<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin.					

Dissertatsiyaning “*Chenopodiaceae* o‘simliklarining tabiiy populyatsiyalarida va *in vitro* sharoitidagi regenerantlari bilan tuproq tarkibiga bog‘liq holda og‘ir metallar (OM) miqdorini o‘zaro uzviyligini aniqlash” deb nomlangan to‘rtinchi bobida 12 turdagi Zn, Cu, Cd, Mn, Co, Ni, Cr, As, Hg, U, Re, Ta og‘ir metallarning (OM) tuproqda va o‘simliklar tarkibida turli rivojlanish fazalarida to‘planishi bo‘yicha olingan natijalar muhokama qilingan. Birinchi bo‘lim “O‘zbekistonning turli geografik zonalarida tuproqlaridagi OM miqdori”ga bag‘ishlangan. Bunda tadqiqot obyektlari vegetatsiyaning boshlang‘ich davrida (aprel) tuproqda OM to‘planishi yuqori bo‘lishi kuzatildi. Biroq, havo haroratining ko‘tarilishi va jadal gullash fazasida (iyul oyi) 2020-2021-yillarda tuproqda OM miqdorining pasayishi kuzatildi. 2021-yilda tuproqlar tarkibida OM miqdori 2020-yilga nisbatan yuqori ekanligi qayd etildi (1-rasm). Mirzacho‘lda avtomobil yo‘llari va metallurgiya zavodlarining yaqinligi bu hudud tuproqlari tarkibida OM miqdorining Orolning “0” nuqta maydoniga nisbatan yuqoriligi bilan bog‘ligi izohlanadi. “0” nuqtada esa U, Re, Ta, Cd, As, Hg miqdori 0,010 mg/kg gacha bo‘lishi va hatto generativ bosqichlarida tuproqlar tarkibida bu metallar qayd etilmadi.



1-rasm. O‘zbekistonning turli cho‘l hududlari tuprog‘i namunalari tarkibidagi mavsum bo‘yicha to‘planadigan og‘ir metallar miqdori

Ikkinchi bo‘limda tabiiy populyatsiyalarda va *in vitro* sharoitida o‘simliklardagi OM tarkibi tadqiq etilgan. O‘simlik namunalari kimyoviy elementlar tahlil natijalarida, o‘rganilgan galofitlarda, hududning ifloslanish darajasi oshgani sayin rivojlanishning barcha bosqichlarida o‘simliklar tarkibida OM miqdori ham ortib borishi aniqlandi. Xususan, Mirzacho‘l vohasi o‘simliklari rivojlanishini yosh nihollik bosqichining dastlabki jarayonlarida Co, Cr va Ni ning miqdori, Orol dengizi “0” tajriba maydonidagi namunalarga nisbatan deyarli 50% ko‘p bo‘lganligi qayd etildi.

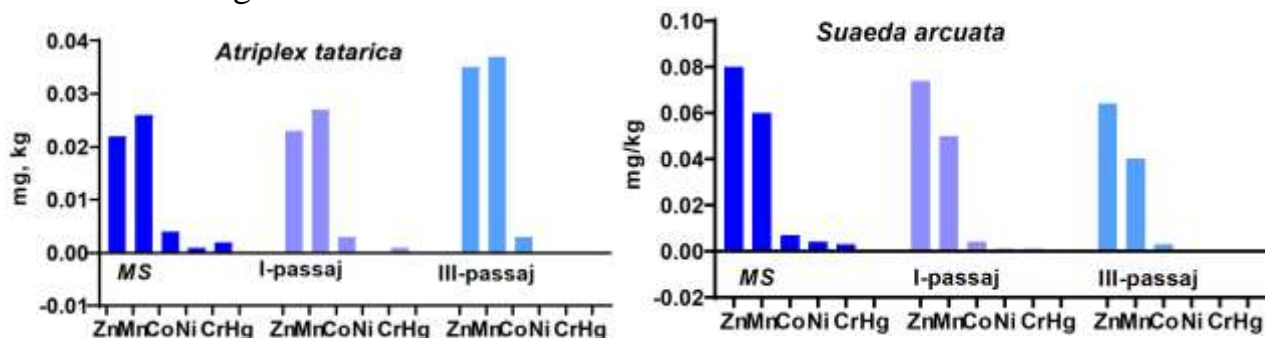
Shuningdek, barcha o‘rganilgan galofitlarning nihollik va generativ fazadagi o‘simliklari tarkibidagi Cu va Ta miqdori Orol dengizi tubining “0” nuqtasidagi bionamunalarga nisbatan qariyb 2 baravar yuqori bo‘lganligi aniqlandi. Barcha turlar uchun har ikkala o‘shish sharoitida Mn va Zn ning yer usti organlarida faol to‘planishi kuzatildi. Olingan natijalar asosida *Chenopodiaceae* o‘simliklari tuproqlarni fitoremediatsiyalashda va biologik faol qo‘shimchalar (BFQ) yaratishda foydalanish imkoniyatlari mavjudligi ilmiy asoslandi, xususan ushbu turlar OM akkumulyatsiyalovchi va og‘ir metallar bilan ifloslanishga chidamli guruhlarga ajratildi, olingan natijalar 2-jadvalda berilgan.

***Chenopodiaceae* oilasi vakillarining tuproq fitoremediatsiyasida va biologik faol qo‘shimchalar yaratishda qo‘llashga tavsiya etilgan istiqbolli turlari**

№	O‘simliklar nomi	Mirzacho‘l vohasi		Mo‘ynoq tumani
		Xovos tumani	Paxtakor tumani	
Og‘ir metallarni akkumulyatsiyalovchi I guruh o‘simliklar				
1	<i>Climacoptera intricata</i> (Iljin) Botsch*	+	+	o‘s*
2	<i>C. transoxana</i> (Iljin) Botsch.	o‘s*	o‘s*	+
3	<i>C. ferganica</i> (Drob.) Botsch.	o‘s*	o‘s*	+
4	<i>C. turgaica</i> (Iljin) Botsch.	o‘s*	o‘s*	+
5	<i>C. lanata</i> (Pall.) Botsch.	o‘s*	o‘s*	+
6	<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin.	o‘s*	o‘s*	+
7	<i>Halostachys belangeriana</i> (Moq.) Botsch.	+	+	+
8	<i>Salicornia europaea</i> L.	+	+	+
9	<i>Suaeda heterophylla</i> (Kar. et Kir.) Bge.	+	+	o‘s*
10	<i>S. paradoxa</i> Bge.	o‘s*	o‘s*	+
11	<i>S. microsperma</i> (C. A. Mey.) Fenzl	+	+	o‘s*
12	<i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+
13	<i>Bassia hyssopifolia</i> (Pall.) Kuntze.	+	+	+
Og‘ir metallar bilan ifloslanishga chidamli II guruh o‘simliklar				
14	<i>Atriplex tatarica</i> L.	+	+	+
15	<i>A. aucherii</i> Moq	+	+	o‘s*
16	<i>A. dimorphostegia</i> Kar. Et Kir.	o‘s*	o‘s*	o‘s*
17	<i>Suaeda altissima</i> (L.) Pall.	+	+	o‘s*
18	<i>S. arcuata</i> Bge.	o‘s*	o‘s*	+
19	<i>Salsola dendroides</i> Pall.	+	+	+
20	<i>S. orientalis</i> S.G. Gmel.	o‘s*	o‘s*	+
21	<i>Climacoptera aralensis</i> (Iljin) Botsch*	o‘s*	o‘s*	+
22	<i>C. affinis</i> (C. A. Mey.) Botsch.	o‘s*	o‘s*	+
23	<i>C. longistylosa</i> (Iljin) Botsch.	+	+	o‘s*
24	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.B.	+	+	+

Izoh: *C. intricata* (Iljin) Botsch*, *C. aralensis* (Iljin) Botsch.* . Markaziy Osiyo endemlari; o‘s*- o‘simlik o‘smaydi.

Tadqiqotlarimizda *in vitro* sharoitida yetishtirilgan regenerantlarda OM to‘planishi o‘simliklarning yosh xususiyatlariga ham bog‘liqligi aniqlandi. Xususan, nazorat MS muhitidagi regenerantlar tarkibida OM to‘planishi miqdori I-II passaj mobaynida o‘xshash nisbatlarni namoyon etdi. III-passajda yetishtirilgan *Climacoptera va Atriplex* turkumi turlari regenerantlari tarkibida OM miqdori asta-sekin kamayishi kuzatildi, ammo *Suaeda* vakillarida Zn va Mn barcha variantlarda 1,5 barobar yuqori ko‘rsatkichlarni namoyon etgani kuzatildi, olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. *In vitro* sharoitida regenerant o‘simliklar tarkibidagi og‘ir metallarning (OM) to‘planish xususiyatlari

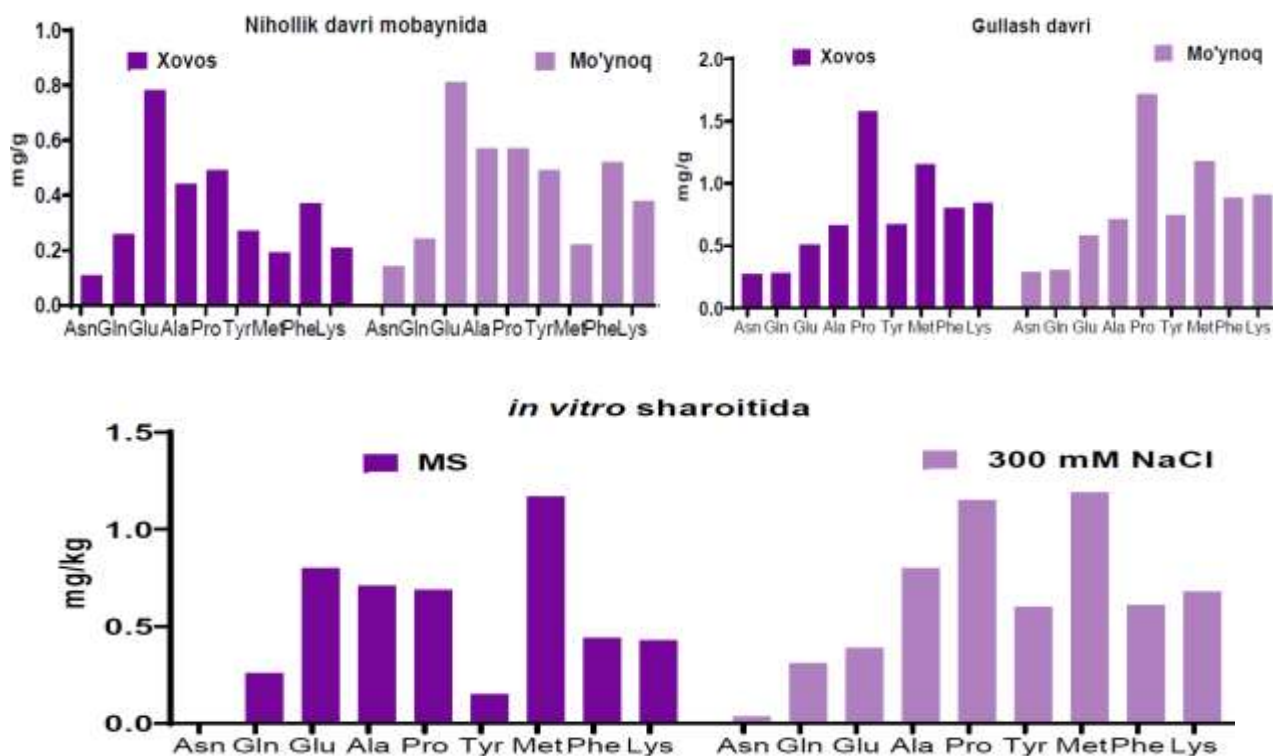
Zn miqdori boshqa metallarga nisbatan o‘rganilgan o‘simliklar tarkibida o‘zgaruvchanligi bilan alohida ajralib turdi, masalan *Suaeda arcuata* regenerantlari tarkibida tabiiy nihollarga qaraganda deyarli 1,5 baravar ko‘p to‘plangan bo‘lsa, *A.tatarica* regenerantlarida esa shuncha miqdorda rux kamligi aniqlandi. Nikel, xrom, qo‘rg‘oshin, uran, reniy va talliy kabi boshqa metallar intakt o‘simliklarda yuqori miqdorlarda to‘planishi kuzatilgan bo‘lsa, *in vitro* sharoitidagi regenerantlar tarkibida bu metallarning asta-sekin kamayishi qayd etildi, ayniqsa, III-passaj mikroklonlarida ular aniqlanmadi. O‘rganilayotgan har ikki cho‘l hududlarida (Mirzacho‘l vohasi va Mo‘ynoq) o‘suvchi barcha intakt o‘simliklar va regenerantlar tarkibida og‘ir metallarning to‘planish miqdori mey‘oriy ruxsat konsentratsiyasi (MRK) va dorivor o‘simliklar xom-ashyosida ruxsat etilgan biologik faol qo‘shimchalar (BFQ) uchun umumqabul qilingan darajadan yuqori emasligi aniqlandi. Olingan natijalar asosida fitoremediatsiyasida (og‘ir metallar bilan zararlangan) tuproqlarni *Chenopodiaceae* oilasiga mansub jami 24 turdagi vakillaridan kelajakda foydalanish imkoniyatlari mavjudligi tajribalarimizda o‘z tasdig‘ini topdi, unga ko‘ra, o‘rganilgan o‘simliklar og‘ir metallar akumulatsiyalovchi va metallar bilan ifloslangan tuproqda o‘sishga chidamli istiqbolli guruhlarga ajratildi.

Dissertatsiyaning “Tabiiy hududda va *in vitro* sharoitida *Chenopodiaceae* galofitlaridagi quyi molekulyar tabiiy birikmalarning tarkibi” nomli beshinchi bobida o‘rganilayotgan galofitlarning o‘sish joyi va rivojlanish fazasiga qarab osmolitlar to‘planish dinamikasi haqida ma‘lumotlar berilgan. Ushbu bobning birinchi bo‘limi *Chenopodiaceae* oilasi vakillarining turli xil o‘sish mintaqalarida tarqalgan galofitlardagi erkin aminokislotalarning tarkibi mavsumiy jarayonlar asosida taqqoslanib aniqlashga bag‘ishlangan natijalar keltirilgan. Ushbu tadqiqotlar jami 12 tur galofitlarda o‘tkazilib, gullash, nihollik, *in vitro* sharoitida MS va 300

mM NaCl ozuqa muhitlarida yetishtirilgan mikroklonlarda 10 ta almashinadigan va 10 ta almashinmaydigan aminokislotalar mavjudligi aniqlandi.

O‘rganilgan turlar orasida aminokislotalarning eng kam miqdori Xovos hududidan to‘plangan *Climacoptera intricata* va *C. longistylosa* turlarida qayd etildi. Mo‘ynoqdan olingan *C. lanata* va *C. aralensis* namunalarida Xovosdan yig‘ilgan o‘simliklarga nisbatan aminokislotalar miqdori 1,5 barobar ko‘p bo‘lishi aniqlandi. Dikarbon aminokislotalarning eng past miqdori *Suaeda paradoxa*, *S. altissima*, *S. microsperma* va *S. arcuate* turlarida kuzatilib, bu ko‘rsatkichlar, ehtimol, gullash davrida glutamin va asparagin kislotalarning yangi oqsillar biosinteziga ko‘proq sarflanishi bilan izohlanadi.

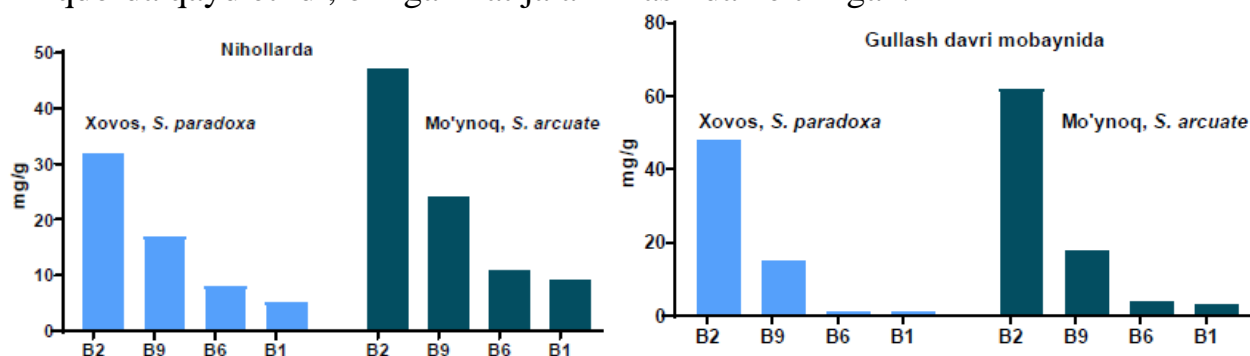
Xovosdan to‘plangan *S. altissima*, shuningdek, Mo‘ynoq hududidagi *S. microsperma* namunalarida *Suaeda* turkumining boshqa turlaridagiga nisbatan aminokislotalarning miqdori yuqori ekanligi aniqlandi. Aminokislotalar orasida muhim hisoblangan serin har ikkala o‘rganilayotgan mintaqadagi o‘simliklarda, xususan, *Suaeda* turkumi turlarida 1,5 barobar kam ekanligi ko‘rsatildi. Glutamin va asparagin dikarbon aminokislotalar hamda glutamin har ikkala hududdagi *Halocnemum strobilaceum* o‘simliklarda yuqori miqdorda bo‘lishi aniqlandi. Har ikkala hudud *Chenopodiaceae* oilasining barcha o‘rganilgan turlarda alanin, prolin, metionin, tirozin, arginin va fenilalaninning miqdori yuqori bo‘lishi kuzatildi. Lizin barcha o‘rganilgan o‘simliklarning xomashyosida aniqlanib, eng ko‘p miqdori *A. tatarica* turida qayd etildi. Ikki hududning *Atriplex* turkumi turlarida gullash davrida 20 ta aminokislotalarning eng ko‘p miqdorda bo‘lishi aniqlandi. NaCl stressidagi regenerantlarda erkin aminokislotalarning tarkibi ham aniqlandi va olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. O‘zbekistonning turli cho‘l zonalari va *in vitro* sharoitlarida *Atriplex tataricada* erkin aminokislotalarning to‘planishi

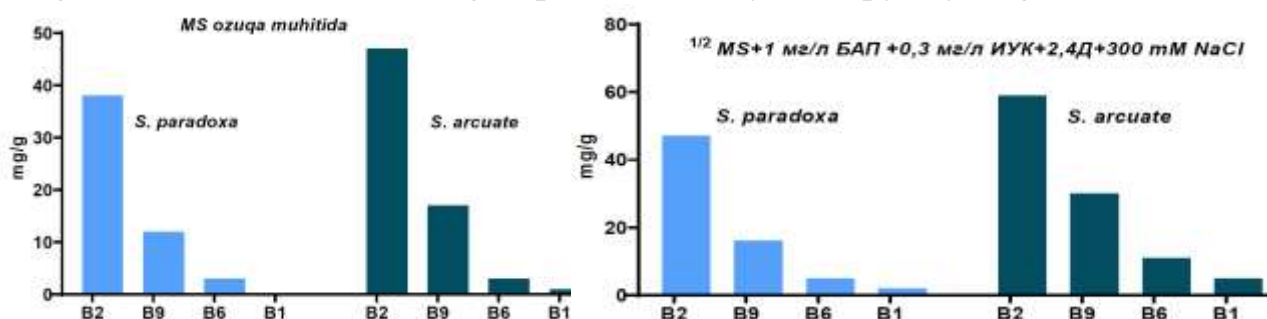
3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, gullash fazasida o‘rganilayotgan galofitlarning yer usti organlarida aminokislotalar profili ikkala sharoitda ham Pro, Met, Tyr, Phe va Lysga boy bo‘lib, ularning umumiy miqdori Xovosda 8,18 mg/g, Mo‘ynoqda esa 8,62 mg/g, yosh nihollarda esa 6,16 mg/g va 6,56 mg/g tashkil qildi. *In vitro* sharoitda NaCl ta‘sirida Asn, Pro, Met, Tyr, Phe va Lys miqdori ortdi, Gln miqdorining esa kamayishi aniqlanib, umumiy aminokislotalar miqdorida ham stressdagi mikronihollarda (12,5 mg/g) nazorat variantidagiga nisbatan (6,7 mg/g), ya‘ni 1,9 barobar ko‘p ekanligi ko‘rsatildi.

Chenopodiaceae oilasiga mansub 12 turdagi galofitlarda rivojlanishning yuvenil (balog‘atga yetmagan) bosqichida va nihollik, gullash davrida suvda eriydigan vitaminlar tarkibi taqqoslanib o‘rganildi. Gullash davrida vitaminlar yuvenil (nihollik) rivojlanish bosqichiga qaraganda, ayniqsa B₂ 1,5 barobar ko‘p miqdorda qayd etildi, olingan natijalar 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. O‘zbekistonning turli cho‘l hududlaridan Suaeda turkumi turlarida suvda eruvchan vitaminlar to‘planishi

O‘rganilgan barcha galofitlarda rivojlanishning hamma fazalarida tiamin miqdorining keskin pasayishi kuzatildi. Rivojlanishning nihollik bosqichida B₂ dan tashqari barcha vitaminlar ko‘p miqdorda, ammo gullash jarayoni boshlanganda, o‘rganilgan barcha galofitlarda B₁ va B₉ kamayishi kuzatildi. O‘sish davrida B guruhi vitaminlari miqdori kamayadi, bu, shubhasiz, sifat jihatidan yangi turdagi metabolizm natijasida yuzaga keladigan o‘simliklarning generativ rivojlanish jarayonlari uchun ularning sarflanishi bilan bog‘liqligi bilan izohlanadi. Bu jarayonlarni yanada chuqur tahlil qilish maqsadida, *in vitro* sharoitida o‘simlik regenerantlarda vitaminlarning to‘planish xususiyatlari qiyosiy o‘rganildi (5-rasm).

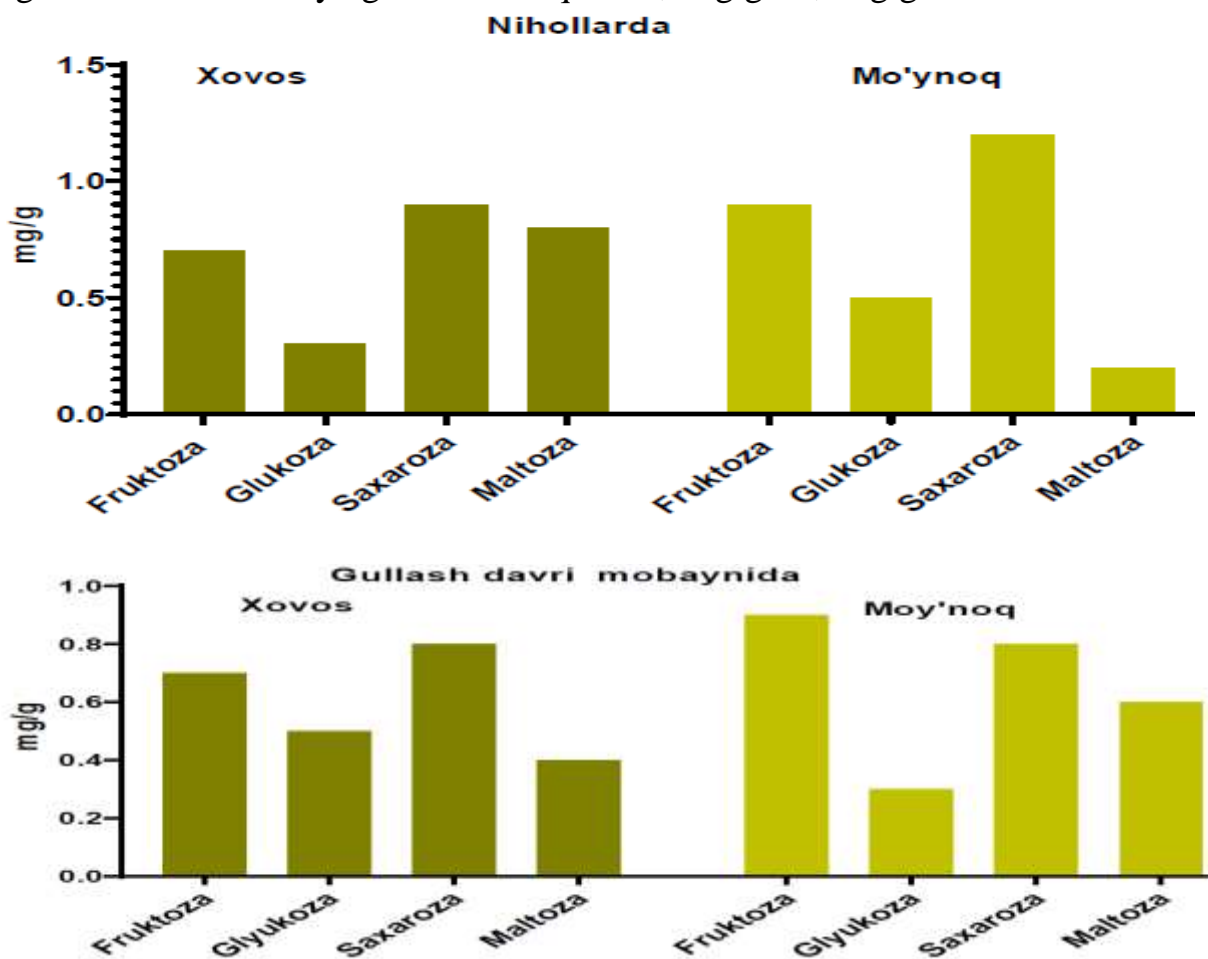


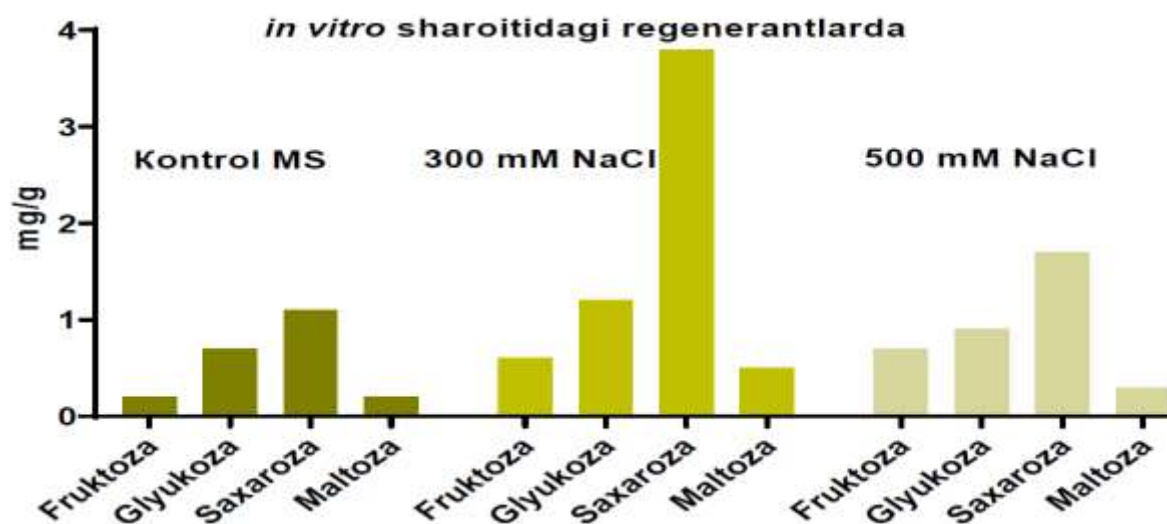
5-rasm. In vitro sharoitida Suaeda turlarida suvda eruvchan vitaminlarning to‘planishi

O‘rganilgan turlardan *Suaeda arcuate* intakt o‘simliklar gullash va nihollik davrida 0,062 mg/g miqdorda riboflavin va 0,006 mg/g tiamin, biotexnologik

materialida MS ozuqa muhitida: B₂-0,053 mg/g, B₉-0,018 mg/g, B₆-0,08 mg/g va B₁-0 mg/g miqdorlarda aniqlandi. ½MS + 1 mg/l BAP + 0,3 mg/l IAA + 2,4D + 300 mM NaCl ozuqada yetishtirilgan regenerantlarda: riboflavin - 0,73 mg/g, foliy kislotasi – 0,029 mg/g, piridoksin - 0,030 mg/g va tiamin -0,012 mg/g bo'lishi, bu miqdorlar intakt o'simliklardan deyarli ikki baravar yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi.

Uchinchi bo'limda *Chenopodiaceae* oilasining istiqbolli galofitlaridagi uglevodlarning tarkibi Sirdaryo viloyatida va Orol dengizi tubida o'sadigan o'rganilgan 12 turida rivojlanishining dastlabki bosqichlarida to'planishi qayd etildi. Mo'ynoq tumani o'simliklarida glyukozadan tashqari barcha uglevodlar miqdori Sirdaryo viloyatidagi o'simliklarga qaraganda yuqori bo'lishi aniqlandi. Yuvinil davrida ikkala mintaqadagi o'simliklarda uglevodlarning to'planish dinamikasi, gullash bosqichiga nisbatan 1,5 barobar yuqori bo'lishi aniqlandi. MS muhitda NaCl ning yo'qligi nazorat namunalarida o'sishining aniq pasayishiga va uglevod miqdorining kamayishiga olib keldi, bu esa ushbu guruh o'simliklarining normal rivojlanishi uchun ular o'sadigan muhitda tuzlarga nisbatan ehtiyoj mavjudligini tasdiqlaydi (6-rasm). Respublikamizning turli hududlarida to'plangan bionamunalarda *Climacoptera* va *Atriplex* mikroknihollarida uglevod tarkibining qiyosiy tahlilida 300 mM-500 mM NaCl konsentratsiyasida olingan *A. tatarica* regeneratlarda umumiy uglevodlar miqdori 0,5mg/g - 4,0mg/g ni tashkil etdi.





6-rasm. O‘zbekistonning turli cho‘l hududlari va *in vitro* sharoitida *Atriplex tatarica* turida suvda eruvchan uglevodlar to‘planishi

NaCl kontsentratsiyasi 100 – 500 mM bo‘lgan ozuqa muhirlari regenerantlar tarkibida uglevodlar miqdorining oshishiga olib keldi, MS nazoratda esa 0,7 mg/g - 2,0 mg/g gacha pasayishi kuzatildi. NaCl ning turli kontsentratsiyalari va yetishtirish sharoitlariga ega bo‘lgan optimal ozuqa muhirlarini tanlash natijasida, kurtaklar hosil bo‘lishi va rizogenez induksiyasi amalga oshib, ko‘chatlar soni ko‘payishini ta‘minlashi aniqlandi. Shu bois *Chenopodiaceae* oilasi galofitlarini *in vitro* sharoitida ko‘paytirishda maxsus biotexnologik yondashuvlar qo‘llandi.

Dissertatsiyaning “*Halocnemum strobilaceum* polifenollarining tarkibi, identifikatsiyasi va ularning biologik faolligini o‘rganish” deb nomlangan oltinchi bobida polifenollarni ajratib olish, identifikatsiya qilish, rivojlanishning turli bosqichlarida fenol birikmalar (FB) tarkibini qiyosiy tahlil qilish va polifenollar yig‘indisining biologik faolligi haqida ma‘lumotlar berilgan. Ushbu bobda ekstraksiya, YSSX va USSX-MC usullari bilan olingan ma‘lumotlar muhokama qilinadi. Gullash fazasidagi Orol dengizi tubida o‘sadigan *H. strobilaceum* o‘simlikning FB ajratib olindi va identifikatsiyalandi. Umumiy polifenollar yig‘indisi tarkibidagi 60 ta birikmadan 25 tasi (6 ta flavon, 10 ta flavanol, 2 ta flavanon, 2 ta gallotannin, 2 ta antosiyanidin) identifikatsiyalandi. Olingan natigalar 3-4-jadvallarda keltirilgan.

In vitro sharoitida ozuqa muhirlarini tanlash natijasida *H. strobilaceum* hujayra kulturalarida polifenollar miqdori nazorat o‘simliklarning mikronihollardagiga nisbatan 1,5 martaga ko‘paygani aniqlandi. Tabiiy populyatsiyadan olingan nihollar ekstraktida 7 ta polifenollar – 1 ta flavon, 4 ta flavanol, 1 ta izoflavonoid va 1 ta antosiyanidin identifikatsiyalandi. *In vitro* ning nazorat (MS) variantida fenol spektrning kamayishi kuzatilib, 4 ta polifenol aniqlandi. Stress omili bo‘lgan muhitda o‘sgan 3-passajidagi regenerantlarda esa 13 ta fenol birikmalar identifikatsiyalandi. Shuni ham ta‘kidlash kerakki, ushbu mikronihollar, gullash bosqichidagi intakt o‘simliklardagidek, tibbiy ahamiyatga ega bo‘lgan geranin, apigenin, 3-bis-O-galloyl-1,2,4,6-tetra-O-galloyl-b-D-glyukoza, izoramnetin 3-O-glyukuronid, quercetin 3-O-rutinosid va apagenin 7-O-neohesperidozid kabi polifenollarni sintez qilish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi.

Halocnemum strobilaceum turining identifikatsiyalangan polifenollar ro'yxati va ularning xromato-mass-spektrometrik o'lchamlari

№	Birikmalar nomi	Chiqish vaqti	Brutto formula	[M-H] ⁻	Mass – spektrdagi qiymatlar			
					Fragmentar signallar, m/z (%)			
1	Naringenin	2,9	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	271,105 (10)	151.005 (70)	120.05 (5)	119.051 (100)	107.014 (30)
2	Roifolin Apagenin 7-O-neogesperidozid)	2,96	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	577,18 (9)	267.14 (8)	268.5 (100)	268 (43)	
3	Naringin	3,66	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₄	579.1995 (35)	459.29 (50%)	271.09 (100)	235.09 (10)	151.09 (75)
4	((±) Katexin)	3,66	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	289,095 (10)	182.1 (42)	107.07 (100)		
5	(Kofeoilvinnaya kislota)	8,22	C ₁₃ H ₁₂ O ₉	311,140 (15)	169,21 (100)	153,20 (10)	148,13 (35)	131,12 (45)
6	Kversetin 3-O-(6"-malonilglyukozid) 7-O-glyukozid	8,24	C ₃₀ H ₃₂ O ₂₀	711,272 (35)	667.15 (100)	462.07 (20)	299.01 (12)	
7	Kversetin 3-O-rutinozid	10.58	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	609.201 (7)	301.0348 (100)	283.02 (25)	163.06 (29)	145.05 (35)
8	Kversetin 3-O-galloktozid	11.16	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	463.3348 (15)	300.4 (50)	284.3 (100)	178.4 (10)	
9	Pelargonidin 3-O-(6"-malonilglyukozid	11.88	C ₂₄ H ₂₃ O ₁₃	518.99				
10	Peonidin 3-O-(6"-atsetilgalaktozid)	12.34	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₂	504.126 (9.9)	221.06 (13.41)	175.06 (7)	145.05 (10)	59.01 (100)
11	Kversetin 3-O-(6"-malonilglyukozid)	12.35	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₅	549.168 (45)	505.06 (85)	300.00 (100)	271.00 (55)	87.06 (15)
12	Lyuteolin 7-O-rutinozid	12.40	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	593.204	448.251	287.21		

				(5)	(52)	(100)		
13	1,2,3,4,6-Penta-O-galloil-β-D-glyukoza	12.40	C ₄₁ H ₃₂ O ₂₆	939.05 (15)	769,7 (90)	617,8 (35)	447,7 (16)	169.8 (100)
14	Izoramnetin-3-O-gallaktozid-7-O-ramnozid	12.77	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	623.1244 (21)	608.5 (51)	476.6 (35)	297.4 (17)	284.3 (100)
15	Kempferol 3-O-galaktozid	13.12	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	447.133 (31)	283.35 (100)	267.13 (75)		
16	Izoramnetin 3-O-galaktozid	13.62	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	477.1470 (20)	315.13 (21)	314.15 (100)	243.51 (27)	
17	Kempferol 3-O-atsetilglyukozid	14.53	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₂	489.1039 (6)	429.08 (9)	285.04 (85)	267.03 (10)	59.01 (100)
18	Lyuteolin 7-O-malonilglyukozid	14.55	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₄	533.0924 (5)	489.1 (11)	285.04 (100)	103.00 (74)	59.01 (41)
19	Apigenin 7-O-apiozilglyukozid	14.91	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₄	563.1559				
20	Lyuteolin 7-O-glyukozid	17.09	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	447.09 (11)	285.04 (100)	267.03 (14)	161.05 (7.5)	59.01 (5)
21	6"-O-Malonilglitsitin	17.32	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₃	531.11 (7)	427.1 (15)	283.06 (100)	267.03 (45)	103.01 (91)
22	3-bis-O-galloil-1,2,4,6-tetra-O-galloil-β-D-glyukozy	18,88	C ₄₈ H ₃₆ O ₃₀	1091.12 (10)	939.4 (45)	769.13 (100)	447.03 (27)	169.01 (35)
23	Izoramnetin 3-O-glyukuronid	19,24	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₃	491,1648 (9)	461.05 (11)	312.15 (36)	296.14 (100)	179.6 (52)
24	Xrizoeriol 7-O-(6"-malonilglyukozid)	19,84	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₄	547,1950 (7)	299.05 (100)	283.02 (41)	103.00 (96)	59.01 (54)
25	Geraniin	21,26	C ₄₁ H ₂₈ O ₂₇	951,3464	668.02 (50)	436.21 (40)	301.05 (100)	169.78 (15)

4-jadval

Halocnemum strobilaceum turining turli o'sish muhitida sintezlangan birikmalar tahlili

Flavonoidlar guruhi	Gullash fazasi	Nihollik davri	MS	MS+0,5 mg/l 6-BAI+0,5 mg/l HYK+ NaCl 300 mM
			ozuqa muhitida etishtirilgan o'simlik-regenerantlar	
Flavonlar	Roifolin (Apagenin 7-O-neogesperidozid)	0	0	+
	Lyuteolin 7-O-rutinozid	+	+	+
	Lyuteoli 7-O-glyukozid	0	0	0
	Lyuteolin 7-O-malonilglyukozid	0	0	0
	Xrizoeriol 7-O-(6"- malonilglyukozid)	0	0	0
	Apigenin 7-O-apiozilglyukozid	0	0	+
Flavononllar	(±) Katexin)	+	+	+
	Kvertsetin 3-O-(6"- malonilglyukozid) 7-O-glyukozid	+	+	+
	Kvertsetin 3-O-rutinozid	0	0	+
	Kvertsetin 3-O-galloktozid	+	+	0
	Kvertsetin 3-O-(6"- malonilglyukozid)	0	0	+
	Izoramnetin-3-O-galloktozid-7-O-ramnozid	0	0	+
	Izoramnetin 3-O- galloktozid	0	0	0
	Izoramnetin 3-O-glyukuronid	0	0	+
	Kempferol 3-O-asetilglyukozid	0	0	0
	Kempferol 3-O-galloktozid	+	0	+
Flavanonlar	Naringenin	0	0	0
	Naringin	0	0	+
Izoflavonoidlar	Malonil glisitn	+	0	0
Gallotanninlar	1,2,3,4,6-Penta-O-galloil-β-D-glyukoza	0	0	0
	3-bis-O-galloil-1,2,4,6-tetra-O-galloil-β-D-glyukoza	0	0	+
Ellagallotanninlar	Geranin	0	0	+
Antosianidinlar	Pelargonidin 3-O-(6"- malonilglyukozid)	+	0	0
	Peonidin 3-O-(6"-asetilgalaktozid)	0	0	0

Dissertatsiya ishining oltinchi bobining uchinchi bo‘limda *Chenopodiaceae* gipergalofitlaridan ajratilgan polifenol summalarining antioksidantlik, antifungal va antibakterial faolligi to‘g‘risidagi ma‘lumotlar keltirilgan. *Halostachys belangeriana*, *Halocnemum strobilaceum* va *Salsola dendroides* o‘simliklari polifenol yig‘indisining antioksidantlik faolliklari 2-2 difenil-pikrilgidrazil (DFPG) erkin radikalini so‘ndirish tajribalari b.f.n. U.G. G‘aibov bilan hamkorlikda amalga oshirildi. Natijada *H. belangeriana* polifenollar yig‘indisining IC₅₀ qiymati 60 mkM, *H. strobilaceum* – 42 mkM, *S. dendroides* – 90 mkM miqdorlarda antioksidantlik qiymatlarini namoyon etdi. Olingan tajriba natijalarning tahlilidan *H. strobilaceum* namunasi boshqa turlarga qaraganda DFPG erkin radikallarini so‘ndirishda nisbatan yuqori antiradikallik (ARA) xususiyatga ega ekanligini namoyon etdi. Antioksidantlik va antiradikallik xususiyatlarini namoyon bo‘lishida korrelyatsiya koeffitsiyenti $r=0,94$ ekanligi ham ushbu holatni tasdiqlaydi.

Halostachys belangeriana, *Halocnemum strobilaceum* va *Salsola dendroides* polifenollarining antibiotik potensialini aniqlashda O‘zR FA Mikrobiologiya institutining ilmiy xodimlari bilan birgalikda Noyob obyektlar kolleksiyasidagi *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* bakteriyalari ustida tajribalar o‘tkazildi va nazorat sifatida kanamitsindan foydalanildi. Olingan natijalar asosida *H. strobilaceum* o‘simligidan ajratilgan polifenollarning umumiy yig‘indisi mikroorganizmlarning o‘shishi va rivojlanishiga (diametri 8-26 mm) ta‘sir qilishi aniqlanib, ayniqsa *B. subtilis* va *E. coli* bakteriyalarining o‘shishini so‘ndirishda samarali ekanligini ko‘rsatdi.

Polifenollarning antifungal faolligini aniqlashda O‘zR FA Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi institutining ilmiy xodimlari bilan hamkorlikda “Fitopatogen va boshqa mikroorganizmlarning noyob ilmiy obyekti kolleksiyasi”dagi *Alternaria tenussimma*, *Alternaria alternate*, *Bipolaris sorokiniana* va *Fusarium oxysporium* sinov kulturalaridan foydalanildi. O‘rganilayotgan galofitlar orasida *H. strobilaceum* turidan ajratib olingan polifenollarning umumiy yig‘indisi mikroorganizmlarga kuchli ta‘sir ko‘rsatishi aniqlandi. Polifenollar yig‘indisining fungitsidlik ta‘siri 5,0-22 mm o‘shish zonasini qamrab olish ko‘rsatildi. Olib borilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, *H. strobilaceum* turining polifenol yig‘indisi qishloq xo‘jaligi o‘simliklariga katta zarar yetkazadigan alternarioz so‘lish kasalligini qo‘zg‘atuvchilari bo‘lgan *Alternaria tenussimma*, *Alternaria alternate* ga nisbatan yuqori antagonistik faollikka ekanligi aniqlandi.

Dissertatsiyaning oltinchi bobi to‘rtinchi bo‘limida *Halocnemum strobilaceum* turining intakt va regenerant o‘simliklaridan olingan polifenollarning umumiy yig‘indisining antiproliferativligi kuchli sitotoksik ta‘sirga ega sisplatin bilan solishtirgan holda b.f.d. Z.S. Xoshimova bilan hamkorlikda amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, intakt o‘simliklaridan ajratilgan ekstrakt HeLa hujayralariga 25% gacha o‘shishini so‘ndirishi qayd etdi. Eng kuchli ta‘sir *H. strobilaceum*ning regenerant o‘simliklari umumiy polifenollar yig‘indisida kuzatildi, ularning antiproliferativlik ta‘siri 27% ni tashkil etdi. Ushbu boitexnologik liniyalar eng istiqbolli antiproliferativ faollikka ega biologik faol moddalar hosil qiladigan biotexnologik regenerant xom-ashyo ekanligi aniqlandi.

Dissertatsiya ishining “**Orol dengizi tubini ekologik jihatdan tiklash uchun mahalliy floraning istiqbolli galofitlarini yetishtirish**” deb nomlangan yettinchi bobida galofitlarning normal faoliyat ko‘rsatishi va sho‘rlangan muhitda nisbatan yuqori oziq-ovqat va dorivorlik xususiyatli biomassa hosil qilish qobiliyati yoritilgan.

Birinchi bo‘limda sho‘rlanishga chidamlilik uchun hujayra tanlash usullarini ishlab chiqish va ekish materialini ko‘paytirish texnologiyasi tasvirlangan. *Climacoptera*, *Suaeda* va *Atriplex* turkumlarining regenerativ galofit o‘simliklarining o‘sishi va rivojlanishiga NaCl turli konsentratsiyasining ta‘siri osmotik stressga chidamlilik uchun hujayra texnologiyasining uslubiy asoslarini ishlab chiqish maqsadida o‘rganildi. Tadqiqotlar asosida o‘rganilgan turlar orasida *Climacoptera longistylosa*, *Suaeda arcuate*, *Atriplex tatarica* tuzga juda chidamli turlar bo‘lib, ular NaCl 300 mM konsentratsiyasida eng maqbul rivojlanish jarayonlarini namoyon etdi. NaCl 300 mM konsentratsiyasida ushbu o‘simlik regenerantlarida barg sathi nazoratga nisbatan yirik bo‘lishi va boshqa vegetativ organlarning hajmi va miqdori oshishi kuzatildi. Barcha o‘rganilgan galofitlarda NaCl stress omiliga hujayralar qarshiligini chiniqtirish uchun 3-passaj regenerantlaridan foydalanish afzalliklarga ega ekanligi aniqlandi.

Ikkinchi bo‘limda *in vitro* sharoitida galofitlarning mikroko‘payishi va *ex vitro* moslashuv uchun biotexnologik namunalarni tanlash bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan. Orol dengizi tubining (O‘zbekiston hududi) sho‘rlangan yerlar hosildorligini oshirish va “0” nuqta tajriba maydonida sho‘r suv bilan sug‘oriladigan hududlarda plantatsiyalar yaratish uchun istiqbolli galofit turlarini yetishtirish maqsadida *in vitro* usulda tajriba sifatida olingan *Climacoptera* turkumining bir yillik gipergalofitining mikronihollari ekildi. Orol dengizi tubining “0” tajriba maydonida *in vitro* usulida (100 dona, 7-rasm) olingan *C. intericata* turining may oyida ekilgan ko‘chatlari avgust oyining oxirida to‘liq moslashib, sentyabrning 1-dekadasida huddi intakt o‘simliklar singari rivojlanish jarayonini namoyon etdi. Moslashishning boshida mikroko‘chatlar sekin o‘sishi, issiq davrlar (iyul, 43-47 °C) o‘tganda vegetatsiyaning keskin faollashuvi (avgust, 24-32 °C) kuzatildi.



7-rasm. Orol dengizi tubining “0” nuqta tajriba maydonida moslashish uchun *C. intericata* biotexnologik namunalarni *ex vitro* usulda yetishtirish

a – *C. intericata* mikroko‘chatlarining dastlabki moslasuvi; b – Orol dengizi tubining “0” tajriba maydonidagi *ex vitro* mikroo‘simliklari; c – mikroko‘chatlarning gullash bosqichi; d – meva hosil qilish jarayonlari.

O‘simliklarning mikroko‘chatlari may oyida Orol dengizi tubining “0” tajriba maydoniga moslashish uchun ochiq dalaga ekilganida (60% – 90%) ildiz otish jarayonlari kuzatildi. Umuman olganda, moslashish davrida barcha o‘simliklarning yaxshi rivojlangan ildiz tizimi va yer usti qismi 80% ga teng yoki unga yaqin bo‘lgan holda yuqori darajada rivojlanish ko‘rsatkichlari qayd etildi. Iqlimlashtirilgan o‘simliklar tabiiy sharoitda muvaffaqiyatli ekilgan va urug‘ hosildorligi bo‘yicha donor o‘simliklar kabi reproduksiya jarayonlariga kirishgani aniqlandi.

Uchinchi bo‘limda Respublikamizning turli viloyatlarining cho‘l hududlaridan to‘plangan urug‘lik va mevalarning texnologik ko‘rsatkichlarining afzalliklari va tuproq sho‘rlanishiga chidamliligini aniqlash uchun foydalanish masalalari tahlil qilingan. Orol dengizi tubining “0” nuqtasida 1 ga maydonda galofit o‘simliklarni plantatsiyasini yaratish tajribalari olib borildi. Birinchi marta Orol dengizi tubida N 44°7'36,84, E 58°50'39,25 koordinatalarida pitomnik tashkil etilib, agrotexnik va fitomelorsiya ishlari olib borildi, *Chenopodiaceae* oilasiga mansub 24 turdagi galofitlarning biomorfologiyasi o‘rganildi. Biometrik ma‘lumotlarning tahlili shuni ko‘rsatdiki, ko‘chatlar yaxshi rivojlangan ildiz tizimiga ega va ularning uzunligi 3 sm dan 10 sm gacha, hosildorligi 1 ga o‘rtacha 47% ni tashkil etdi, bunda: 12% – *Climacoptera intricata*, 13% – *Climacoptera lonstylosa*, 8 % – *Atriplex tatarica*, 4 % – *Atriplex auseri* 2% – *Suaeda altissima*, 6% – *Salicornia europaea*, 1% – *Halocnemum strobilaceum*, 1% – *Halostachys belangeriana* turlarida qayd etdi. Olib borilgan tajribalar asosida tadqiqot obyektlarining dastlabki moslashuvida havo harorati pasayishiga turlicha biologik faollashuvi va yozgi issiqqa chidamli istiqbolli turlar aniqlanishiga imkon yaratdi. Ushbu turlarga havo harorati keskin o‘zgarishi (kunduzi 45 °C va tungi 19 °C), sho‘rlanish va qurg‘oqchilik mezonlari urug‘larning unib chiqishi va nihollar rivojlanishiga salbiy ta’siri kuzatilmagani tajribalarda isbotlandi.

Vegetativ va generativ organlarning galofaktorga moslashuvining yuqori darajadagi strategiyasi O‘zbekistonda galofit o‘simlikshunoslik sohasining shakllanishi uchun o‘rganilayotgan turlarni tavsiya qilish imkonini berdi. Shuningdek, bu turlar doimiy edifikatorlar bo‘lib, iqtisodiy jihatdan qimmatli xususiyatlarga ega va tuproq sho‘rlanishiga qarshi kurashishning biologik vositasi sifatida qo‘llanilishi bilan izohlanadi. Amaliyotdan ijobiy o‘tgan bir yillik *Salicornia europaea*, *Atriplex dimorphostegia*, *Atriplex tatarica*, *A. auseri*, *Suaeda microphylla*, *S. altissima* kabi o‘simliklar tuproq namligi va ozuqa moddalari zahirasiidan to‘liq foydalanish samaradorligi yuqori bo‘lishi, shuningdek, Orol dengizi tubida yuqori ozuqabop o‘simliklar qoplaminig shakllanishida eng istiqbolli turlar ekanligi aniqlandi. Cho‘l hududlarida yirik urug‘lik plantatsiyalarini shakllantirishda Mirzacho‘l vohasidan yig‘ilgan urug‘lik bionamunalaridan foydalanish tavsiya etiladi, chunki bu hududda tarqalgan o‘simliklarning urug‘lik va mevalarining texnologik parametrlari bo‘yicha ijobiy ko‘rsatkichlarga ega bo‘lishi tajribalarda o‘z tasdig‘ini ko‘rsatdi. O‘zbekistonning istiqbolli *Climacoptera intricate*, *Atriplex tatarica* va *Suaeda atcuata* va boshqa ko‘p yillik yangi avlod galofitlarini biotexnologik mikroklonlash usulida qurigan Orol dengizi tubida yashil belbog‘lar yaratishda foydalanish uchun maxsus yondashuvlar ishlab chiqildi.

XULOSALAR

1. *Chenopodiaceae* oilasiga mansub o'rganilayotgan galofit turlarining urug' unumdorligi pastligini sifatli changlanish va urug'lanish jarayonlarining yetarli darajada samarali bo'lmaganligi, sporogen to'qimalarning degeneratsiyasi, gulchaglarning bepushtligi bilan bog'liqligi, bu esa puch urug'lar shakllanishida asosiy biologik omillar sabab ekanligi aniqlandi.

2. Birinchi marta Orolqum va unga tutash hududlarning degradatsiyaga uchragan va sho'rlangan tuproqlarni tiklashning iqtisodiy jihatdan samarali yondashuvlari asosida *Chenopodiaceae* oilasiga mansub 19 turning regeneratsiyasi va mikroklonal klasterini yaratish hamda ularni tabiiy sharoitga moslashtirish uchun maxsus sxemali biotexnologik yo'riqnoma ishlab chiqildi.

3. 12 xil og'ir metallar hududlararo tuproq va o'simliklarning turli rivojlanish bosqichlari bo'yicha tahlillari asosida *Chenopodiaceae* oilasi vakillarining tuproq fitoremediatsiyasida va biologik faol qo'shimchalar yaratishda qo'llashga tavsiya etilgan istiqbolli turlar guruhi hamda O'zbekiston qishloq xo'jaligida galofit o'simlikshunoslikni rivojlantirish uchun *in vitro* galofitlar kulturalarining biobanki shakllandi.

4. Mirzacho'l vohasi va Mo'ynoqdan yig'ilgan *Chenopodiaceae* oilasining 12 turida erkin aminokislotalar tarkibi qiyosiy tahlil qilinib, o'simliklarda gullash fazasida prolin, tirozin, fenilalanin va metionin miqdori ortishi, *in vitro* sharoitda NaCl kontsentratsiyasi 300 mM ozuqali muhitda yetishtirilgan barcha regenerantlarda aminokislotalar miqdori nazoratdagi MS muhitidagi mikronihollarga qaraganda 1,5-2 barobar ko'p to'planishi aniqlandi bu esa oqsilga boy bo'lgan ozuqabop yangi avlod cho'l o'simliklar biotexnologik liniyalarining yaratilishiga imkon berdi.

5. Sirdaryo va Mo'ynoq hududidagi yuvenil fazasidagi 12 tur galofitlarda B guruhi vitaminlari nisbatan ko'p miqdorda toplanishi, ular orasida riboflavin va foliy kislotasi rivojlanishning barcha bosqichlarida o'zgarishligi hamda 300 mM NaCl ozuqa muhitidagi regenerantlarda piridoksin va foliy kislotasi intakt o'simliklarga qaraganda deyarli ikki baravar ko'p to'planishi qayd etilib, vitaminlar miqdorining bu nisbati o'simlik to'qimalarida biokimyoviy jarayonlarning stress muhitga moslashuvi bilan chambarchas bog'liqligi *in vitro* tajribalarida isbotlandi.

6. Uglevod miqdorining qiyosiy tahlillari asosida, o'rganilgan barcha 18 tur galofitlar Mo'ynoq hududi va *in vitro* tajribalarida (300 mM NaCl) o'simliklar tarkibida asosan saxaroza va glukoza miqdorining ortishi sho'rlanish va qurg'oqchilikka moslashuvi, shuningdek, to'yimli ozuqabop turlarning cho'l hududlarida tarqalishida asosiy omillardan biri ekanligi anqlandi.

7. Ilk bor Orolqum hududida tarqalgan *Halocnemum strobilaceum* o'simligida 25 ta fenol birikmalar identifikatsiya qilindi: (6 ta flavon, 10 ta flavanol, 2 ta flavanon, 2 ta gallotannin, 2 ta antosiyanidin) polifenollar mavjudligi va maqbullashtirilgan ozuqaviy muhitda regenerantlar to'qimalarida polifenollar miqdori intakt nihollarga nisbatan 1,5 barobar ortganligi, shuningdek, ular orasida tibbiyotda qo'llanadigan luteolin 7-O-rutinozid, \pm katexin va quercetin

3-O-(6"-malonilglyukozid) 7-O-glyukozid barcha intakt o'simliklar va regenerantlar uchun xos sintezlanadigan polifenollar guruhi ekanligi aniqlandi.

8. *Halocnemum strobilaceum* dan ajratib olingan polifenollar *Alternaria tenussimma* va *Alternaria alternata* shtammlariga qarshi antifungal faollik, *Bacillus subtilis* va *Escherichia coli* ga nisbatan bakteritsid ta'sirga ega ekanligi va biotexnologik liniyalar polifenollar yig'indisining *HeLa* hujayralariga 27% antiproliferativlik faolligi aniqlandi.

9. Ilk bor mikroko'chatlarni *in vitro* dan *ex vitro* sharoitga moslashtirish texnologiyasi ishlab chiqilishi natijasida Orol dengizining qurigan tubiga iqlimlashtirilgan yopiq ildizli *Climacoptera intericata*, *Climacoptera longistylosa*, *Atriplex tatarica*, *Atriplex aucheri*, *Suaeda altissima*, *Salicornia europaea*, *Kalidium caspicum*, *Halocnemum strobilaceum* galofitlar asosida birlamchi pitomnik yaratildi.

10. Galofitlarning jadal mikroklonlarini ko'paytirish bo'yicha ishlab chiqilgan yo'riqnoma farmatsevtika sohasida mahalliy dorivor o'simliklar assortimentini kengayishi, biologik faol moddalarning muqobil manbasi sifatida giperproducent biomassalarni olish, shuningdek, Orolqumning o'simlik qoplamini boyitish hamda tuz-qum chang bo'ronlari xavfini yumshatishda yangi avlod istiqbolli galofitlarining biotexnologik liniyalaridan foydalanish imkonini berdi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.02/30.12.2019.К/В.37.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ
БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ХАЛБЕКОВА ХУЛКАР УММАТКУЛОВНА

**МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ И АДАПТАЦИЯ К ЗАСОЛЕННЫМ
ПОЧВАМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГАЛОФИТОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В
УЗБЕКИСТАНЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА**

**02.00.10. – Биоорганическая химия
03.00.12. – Биотехнология**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистана под номером B2025.1.DSc/B157.

Диссертация выполнена в Институте биоорганической химии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.biochem.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научные консультанты:

Зиявитдинов Жамолитдин Фазлитдинович
доктор химических наук, профессор

Ташмухамедова Шохиста Сабировна
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Тилябаев Зоитжон
доктор биологических наук, профессор

Насметова Саодат Мамажановна
доктор биологических наук

Мухамедов Рустам Султанович
доктор биологических наук, профессор

Ведущая организация:

Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится «26» июня 2025 года в «10⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.K/B.37.01 при Институте биоорганической химии, (Адрес: 100125, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 83. Тел.: 262-35-40, факс: (99871) 262-70-63).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института биоорганической химии (зарегистрировано под № ____). (Адрес: 100125, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 83. Тел.: 262-35-40, факс: (99871) 262-70-63)

Автореферат диссертации разослан «11» июня 2025 г.
(реестр протокола рассылки № «6/1» от 11 июня 2025 г.)



Ш.И. Салихов

Председатель разового Научного Совета по присуждению ученых степеней, д.б.н., академик

Н.Р. Хашимова

Ученый секретарь разового Научного Совета по присуждению ученых степеней, д.б.н.

М.Б. Гафуров

Председатель разового Научного Семинара при разовом Научном совете по присуждению ученых степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире резко возрастает негативное влияние глобальных климатических изменений, таких как засуха, песчаные и соляные бури, деградация почв и засоление. Эти явления усугубляют целый ряд проблем, связанных с жизнедеятельностью населения, сельским хозяйством и агротехнологиями. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка передовых биотехнологических методик размножения *in vitro* видов и сортов растений нового поколения, адаптированных к почвенно-климатическим условиям пустынных регионов, обладающих способностью удерживать влагу и снижать содержание солей в почве, адаптации их микросаженцев *ex vitro* к стрессовым факторам окружающей среды.

Современные научные стратегии рационального использования растительных ресурсов пустынных регионов тесно связаны с развитием биотехнологии. В рамках создания на основе биотехнологических методов сортов перспективных растений *in vitro* особое внимание уделяется формированию генетически эффективных крупномасштабных кластеров микросаженцев, получению стерильного и безинфекционного материала, пригодного для культивирования регенерантов, а также подбору оптимальных условий микроразмножения, способствующих регенерации побегов и формированию развитой корневой системы. Значимым направлением является разработка методов адаптации растений *ex vitro*, обеспечивающих их успешную жизнеспособность при переносе в почвенные условия.

В Республике Узбекистан с 2017 года и по настоящее время ведутся активные работы по смягчению негативного воздействия высыхания Аральского моря на климатические условия региона. В рамках этих мероприятий осуществляется посадка саженцев и посев семян саксаула на высохшем дне Аральского моря. Благодаря этим усилиям создано более 3,5 миллионов гектаров зеленых зон, что позволило достичь значительных положительных экологических и климатических эффектов. В Постановлении Президента Республики Узбекистан о государственной программе по реализации стратегии «Узбекистан – 2030»¹, в рамках «Года охраны окружающей среды и зелёной экономики» 2025 года поставлены конкретные задачи по созданию садов и лабораторий *in vitro* соле- и засухоустойчивых растений (галофитов) в пустынных зонах Нукусской, Бухарской, Джизакской и Кашкадарьинской областей. В этой связи особое значение приобретает формирование Национального биобанка нового поколения биотехнологических культур *in vitro* перспективных местных растений-галофитов, устойчивых к стрессовым факторам, на их основе планируется создать ассортимент альтернативных лекарственных растений, а также фиторемедиантные «зелёные пояса» на высохшем дне Аральского моря.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года за № УП -158 о стратегии «Узбекистан-2030».

Данная диссертационное исследование в определённой степени послужит выполнению задач, предусмотренных Постановлением Президента Республики Узбекистан от 28 февраля 2025 года № ПП-130 «О проведении на высоком уровне Саммита культуры Приаралья», Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 13 февраля 2025 года № 90 «О мерах по созданию ботанического сада галофитных растений в Нукусском районе Республики Каракалпакстан», а также в Постановлениях и Указах Президента Республики Узбекистан от 23 ноября 2023 года № ПФ-199 «О мерах по дальнейшему повышению уровня озеленения Республики, обеспечению экологической стабильности путём последовательной реализации национального проекта «Зеленая зона» а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан: V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

Научные исследования, направленные на микрочлонирувание перспективных галофитов *in vitro*, их адаптацию к засоленным почвам *ex vitro*, применение в фиторемедиации, определение химического состава, изучение биологической активности полифенолов, а также создание на их основе альтернативных источников лекарственного сырья и биотехнологических сортов нового поколения, проводятся в ведущих мировых научных центрах и высших учебных заведениях, в том числе в Международном центре сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ICARDA), в Университете Аризоны (США), в Центре агроландшафтных исследований имени Лейбница (ZALF, Германия), в Международном центре по проблемам засоления в сельском хозяйстве (ОАЭ), в Токийском университете сельского хозяйства и технологий (Япония), в Синьцзянском институте географии и экологии Китайской академии наук, в Федеральном научном центре кормопроизводства и агроэкологии (Россия), в Институте ботаники и фитоинтродукции (Казахстан) и в других ведущих научных центрах.

В результате мировых исследований по выращиванию галофитных растений *in vitro*, их адаптации к стрессовым условиям *ex vitro*, по определению фармакологической и биологической активности а также изучению химических свойств получен ряд научных результатов, в том числе: создание ландшафтов с использованием ценных кормовых, лекарственных и декоративных растений на основе орошения солёной водой (Университет имени Бен-Гуриона, Израиль), выведение питательных сортов галофитов (Университет Аризоны, США), разработка методов микрочлонирувания *in*

² Научно-исследовательские комментарии по теме диссертационной работы проведены в соответствии с данными из источников www.sciencedirect.com, www.researchgate.net, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles и других источников.

in vitro, стерилизации первичных эксплантов и оптимизация условий размножения (Институт генетики растений Польской Академии Наук, Польша), ведущие мировые фармацевтические компании - Thomas Scientific, Sigma-Aldrich, HiMedia Laboratories, Caisson Labs, Melford Laboratories, Alpha Laboratories, PlantMedia разработали технологические платформы, ориентированные на производство и коммерциализацию растительных метаболитов *in vitro*, в рамках международных научных исследований, разработаны эффективные комбинации фитогормонов для индукции и пролиферации каллусной ткани (Египетский научный и технологический центр, Египет), определены лекарственное применение и биологическая активность растений Приаралья (Институт ботаники Китайской академии наук, Китай), установлено содержание белков, витаминов и полифенолов у ряда видов (Институт биологии и биотехнологии растений, Казахстан), собраны образцы биоматериала (корни, стебли, листья, плоды и семена) более 200 перспективных видов, произрастающих в различных регионах южного Приаралья для проведения биохимических, химических, молекулярно-биологических и биотехнологических анализов в лабораторных условиях (Институт биоорганической химии АН РУз).

В результате проведенных в мире исследований по ряду приоритетных направлений, таких как создание новых сортов галофитных растений на основе биотехнологических методов в условиях *in vitro*, адаптация к засоленным почвам, изучение их химического состава, создаются новые генетические банки *in vitro* растений устойчивых к стрессовым факторам, разрабатываются способы очистки почв от солей и тяжелых металлов (фиторемидация), идентифицируются биологически активные вещества, определяется биологическая активность полифенолов, разрабатываются и внедряются передовые технологии адаптации и выращивания методом *ex vitro*.

Степень изученности проблемы. Исследования, направленные на выращивание галофитов на засоленных территориях, осуществляются зарубежными учеными I.Olerly, B.Khan, M.Gull, C.Keiffer, F.Milano, M.Colette, L.Chen, Ch.Linlin, C.Dong, D.Han. Также в последнее годы широко вводятся в культуру *in vitro* представители семейства *Chenopodiaceae*, такие как *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia europaea*, виды р. *Suaeda*, *Atriplex*.

Получение биотехнологических линий растений с высоким содержанием биологически активных веществ обозначено в работах Al-Khalifan, O.Aldahhak, F.Alu, P.Birnbaum. Получены растительные экстракты галофитов семейства *Chenopodiaceae* из растений-регенерантов, каллусной ткани и изучена их антиканцерогенная активность на раковых клетках линии *HeLa*. Установлено, что экстракты из дифференцированных клеток обладают большим цитотоксическим эффектом и антифунгицидным действием.

В последние десятилетия китайские ученые Y.Oyunbileg, Q.Wan, Y.Jiang, H.Xiao и другие уделяют огромное внимание изучению химического состава каллусных культур представителей семейства *Chenopodiaceae*, которые вызывают интерес как объект для полного химического исследования и

выделения биологически активных веществ. Турецкими учеными А.Озуслагам, М.Ерзengin исследована антиоксидантная активность н-гексанового экстракта *P. nigdeensis*, способствовавшего улавливанию радикалов ДФПГ при концентрации IC₅₀ 83,56 мкг/мл.

В ходе исследований, проведенных в нашей Республике, разрабатываются подходы к выращиванию растений на высохшем дне Арала на базе Международного инновационного центра «Оролбуйи» (Караузакский район). Научные исследования, направленные на выявление перспективных галофитных растений в Приаралье, расширение ассортимента новых нетрадиционных лекарственных видов, а также изучение содержащихся в них биологически активных веществ, проводятся в Институте биоорганической химии, Научно-исследовательском институте лесного хозяйства и Институте ботаники под руководством академика Ш.И.Салихова, академика А.С.Тураева, академика К.Ш.Тожибаева, профессора А.Раббимова и профессора А.Г.Бекчанова.

Однако, отсутствуют научные исследования по биотехнологии *in vitro* перспективных растений семейства *Chenopodiaceae*, распространенных в различных засоленных, безводных районах Республики, их химическому составу, биологической активности в зависимости от фаз роста, а также использованию растений для решения проблем Аралкума.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высших учебных заведений или научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках прикладного проекта AL-632204135 «Посадка и расширение перспективных галофитов нетрадиционных солеустойчивых и засухоустойчивых культур в Приаралье» (2022-2023 г.г.).

Целью исследования является: введение в культуру *in vitro* перспективных галофитов семейства *Chenopodiaceae* Узбекистана, определение биологически активных веществ в биотехнологическом сырье и клеточных культурах, а также сравнительное изучение химического состава и биологической активности полифенольных соединений в зависимости от условий произрастания.

Задачи исследования:

изучение особенностей строения репродуктивных органов галофитов семейства *Chenopodiaceae* в зависимости от региона произрастания;

определение биологических особенностей некоторых параметров репродуктивных органов в экстремальных условиях Узбекистана;

подбор оптимальных стерилизующих агентов, подготовка растительных эксплантов и оптимизация состава питательных сред для микрклонального размножения галофитов;

проведение сравнительных фитохимических анализов (определение тяжелых металлов, свободных аминокислот, углеводов и витаминов) в

природных образцах из различных пустынных регионов Узбекистана, а также регенерантах;

выделение и идентификация фенольных соединений в природных и регенерирующих растениях методами ВЭЖХ и LC-MS;

определение противогрибковой, антибактериальной и антиоксидантной активности выделенных полифенолов;

сравнительный антипролиферативный анализ полифенолов, выделенных из собранного природного образца вида *Halocnemum strobilaceum* и из регенерируемых растений;

разработка рекомендаций по выращиванию растений-регенерантов на питательных средах, обогащенных фиторегуляторами, оказывающими положительное влияние на прирост биомассы;

разработка и практическое применение передовых технологий отбора, адаптации и культивирования *ex vitro* биотехнологических образцов к грунту дна Аральского моря.

Объектами исследования являются стебли, листья, плоды, семена а также микросаженцы *in vitro* 24 видов галофитных растений, относящихся к семейству *Chenopodiaceae*, распространенных на территории Сырдарьинской, Джизакской, Бухарской областей и в районе Аралкума.

Предмет исследования: первичный эксплант перспективных галофитов в условиях *in vitro*, определение состава тяжелых металлов, свободных аминокислот, углеводов, витаминов, полифенолов, а также определение биологической активности полифенольных соединений у интактных растений и у растений-регенерантов в зависимости от условий произрастания, *ex vitro* адаптированные микросаженцы к почве Аралкума.

Методы исследований. В диссертации использованы физико-химические (ВЭЖХ, нейтронно-активационный анализ, хромато-масс-спектрометрия, порошковая лазерная дифракция), биотехнологические (*in vitro*, *ex vitro*), биологические методы и метод сравнительного анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые разработаны эффективные агробιοлогические и агротехнические принципы организации семеноводства представителей семейства *Chenopodiaceae*;

разработаны интенсивные комбинации стерилизации 19 видов галофитов и доказано, что это эффективный подход к созданию высококачественных регенерантных растений в условиях *in vitro*;

создана специализированная инструкция, основанная на технологии интенсивного выращивания регенерантных растений 19 перспективных видов галофитов семейства *Chenopodiaceae*;

изучено содержание 12 видов тяжелых металлов; 13 видов растений классифицированы как перспективные для использования в фиторемедиации, а 11 видов - для создания биологически активных добавок;

доказан активный синтез осмолитов в экспериментах *in vitro* на питательных средах при концентрации NaCl 300–500 мМ у 12 видов растений-

регенератов, распространённых в различных пустынных районах Узбекистана;

в фазе цветения *Halocnemum strobilaceum* идентифицировано 25 полифенолов; в проростках - 7, у регенерантов (MS) - 4, а у регенерантов, выращенных в стрессовых условиях, - 13 полифенолов, обладающих медицинской значимостью;

установлено, что сумма полифенолов галофитов оказывает антагонистическое воздействие на рост как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, а также эффективно подавляет активность свободных радикаловДФПГ;

доказан антипролиферативный эффект суммарного содержания полифенолов из регенерантных растений *Halocnemum strobilaceum*, снижающих рост раковых клеток линии *HeLa* на 27%;

в результате проведённых экспериментов биотехнологические линии нового поколения микросаженцев, адаптированных ко дну Аральского моря по координатам N 44°7'36,84", E 58°50'39,25", показали 47%-ную выживаемость и были успешно использованы для создания первичных зелёных покровов в Аралкуме.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны специализированные биотехнологические инструкции и оценена экономическая эффективность микроклонирования *in vitro* перспективных видов семейства *Chenopodiaceae*;

создана новая высокоустойчивая к засолению биотехнологическая коллекция галофитов Узбекистана на основе технологии клеточной селекции;

полученные микросаженцы биотехнологическими методами успешно адаптировались к условиям точки «0» на дне Аральского моря, поскольку не уступали в репродуктивном потенциале растениям-донорам;

произведена на точке «0» дна Аральского моря посадка семян 15 видов галофитных растений, собранных из различных экологических зон Узбекистана, среди них рекомендовано использование семян растений Мирзачульского оазиса;

разработаны рекомендации по применению растений Мирзачульского оазиса и Приаралья как природного источника биологически активных веществ, накопленных в тканях растений в условиях *in vitro*.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что при исследовании полученных производных использованы современные физико-химические и биологические методы исследования, результаты исследований обсуждались на республиканских и международных научных конференциях, результаты экспериментов опубликованы в местных и международных научных журналах, признанных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, а также подтверждением практических результатов диссертационного исследования уполномоченными государственными органами и внедрением в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов заключается в проведении биотехнологических исследований *in vitro* по культивированию кластеров микроклонов 19 перспективных кормовых и лекарственных галофитов семейства *Chenopodiaceae*. Кроме того, разработан полный цикл сравнительного анализа динамики накопления осмолитов в зависимости от места произрастания, фаз развития и состава оптимизированных питательных сред *in vitro*.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке эффективных подходов к использованию биомассы регенерированных растений в качестве альтернативного природного источника биологически активных веществ на основе методов тканевой селекции в биотехнологии. Кроме того, предложенные методы фиторемедиации тяжёлых металлов и фитомелиорации в пустынных районах способствуют очистке почв и формированию зелёных плантаций на высохшем дне Аральского моря.

Внедрение результатов исследования. Полученные результаты по изучению микроклонирования и адаптации к засоленным почвам перспективных галофитов, произрастающих в Узбекистане, и исследование их химического состава, способствовали:

успешному применению созданных биотехнологических линий для создания и развития пустынного лесного хозяйства в Республике (Справка Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан № 03-03/3-9 от 4 января 2024 года). Это позволило развивать озимые пастбищные плантации в пустынных районах страны;

разработке рекомендаций по технологическим параметрам всех процессов, происходящих в репродуктивных органах галофитов под воздействием высоких стрессовых факторов и использованных при реализации национальной государственной программы «Озеленение бассейна Аральского моря» в 2023 году (Справка Экологической партии Узбекистана № 01/435 от 27 декабря 2023 года). В результате удалось улучшить мелиоративное состояние земель, а также провести работы по сохранению пустынных биоценозов Аральского моря;

саженцы, полученные методом *ex vitro*, были высажены на опытном участке в точке «0» Аральского моря и продемонстрировали высокую жизнеспособность (Справка Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан № 4/17-9/1-2-719 от 9 января 2024 года). В результате семенной фонд галофитных растений из Мирзачулья был использован для лесовосстановления на точки «0» Аральского моря на основе биотехнологических микрорастений с закрытой корневой системой;

разработаны агробиологические приемы посева семян галофитов на площади 1,5 га на точке «0» на сухом дне Аральского моря (Справка № 01/116 Государственного комитета лесного хозяйства Республики Каракалпакстан от 15 февраля 2024 года). В результате это позволило создать зелёные пояса для

региона Аралкум и обеспечить необходимый материал для селекционно-семеноводческих работ.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 9 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 53 научные работы, из которых 23 научные статьи в рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора наук (DSc), в том числе 15 - в республиканских и 8 - в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 223 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объекты и предметы исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Восстановление продуктивности засоленных земель, создание на их месте плантаций с перспективными галофитами**» приводится анализ литературы, включающей данные по проблеме галофитизации, восстановления продуктивности засоленных земель с помощью галофитов, проанализировано современное состояние литературы по изучению создания плантаций этих растений, которые уже используются для производства продуктов питания, кормов для животных, сырья для фармацевтической промышленности, а также для производства биомассы и биотоплива.

Во второй главе диссертации «**Методы микроклонирования *in vitro*, адаптации *ex vitro* и изучения химического состава перспективных галофитов**» приведены сведения об объектах исследования, оборудовании, реактивах и методах исследования. Объектами исследования явились 24 вида, относящихся к семейству *Chenopodiaceae/Amarantaceae*. При выполнении диссертационной работы были использованы биотехнологические методы в условиях *in vitro*, адаптации *ex vitro*, технические (экстракция, фильтрация, перегонка, лиофильная сушка), хроматографические (ВЭЖХ), хромато-масс-спектрометрия LC-MS. Антибактериальную и антифунгальную активность изучали методом луночно-диффузионного агара, антиоксидантную активность – с ДФПГ. Биохимический метод использовали для определения

цитотоксичности [3(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенил-2Н-тетразолий бромид] (МТТ), а также статистические методы.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Биологический потенциал перспективных видов семейства *Chenopodiaceae* для микроразмножения *in vitro* и получения большой биомассы**» обсуждаются полученные результаты одной из актуальных проблем озеленения пустынных регионов Республики и дна осушенного Арала, связанных с нехваткой семенного биоматериала галофитных растений. В связи с этим была проанализирована суточная динамика процесса цветения, семенная продуктивность и биология прорастания семян изученных галофитов.

Выполнены работы по получению исходных объектов *in vitro* культуры, стерильных эксплантов за счёт оптимизации состава питательной среды, а также по выращиванию биомассы растений-регенерантов. Изучение ключевых аспектов биологии плодообразования и репродуктивной продуктивности галофитов позволило разработать эффективные агробιοлогические и агротехнические основы семеноводства перспективных видов этого семейства и создало предпосылки для формирования биотехнологического кластера на основе *in vitro*. В процессе исследования были протестированы диацид, меркурий хлорид, мыльные растворы, водный этиловый спирт (70%, 75%, 96%) и разные разбавления раствора белизны (соотношение белизна: вода 1:10 и 1:20). Впечатляющие результаты были достигнуты при использовании 0,001%-ного раствора тимерсала – 30 минут, при обработке 70%-ным этанола в промежутке 15-30 минут, и трехкратном промывании в стерильной дистиллированной воде после каждой обработки, что увеличивало долю семян, сохраняющих свою жизнеспособность. Образование первых проростков у изученных видов наблюдалось через 7-15 дней после посева. Через 28 дней проростки переносили на свежую питательную среду. Культивирование микрочеренков на MS приводило к образованию I-II побегов с удлинёнными междоузлиями, но со слегка развитой корневой системой. В течение 5-10 суток с момента переноса эксплантов на MS без гормонов, наблюдалось разрастание с синхронной интенсивностью. Также обнаружено, что семенной материал собранный в Мирзачуле, опережал по росту и развитию изученные виды из Бухары и Муйнака. Для первого пассажа оптимальными являются MS; ½ MS +0,5 мг/л 6-БАП+0,3 мг/л ИУК - при втором пассаже. Далее для получения большого количества регенерантов испытаны ½ MS +0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л кин и ½ MS + 0,5 мг/л 6-БАП+0,3 мг/л ИУК. Укороченность проростков видов из Бухары и Муйнака связана с адаптацией к экстремальным условиям, что привело к уменьшению расхода питательных веществ при росте микропобегов. Для дальнейшего развития микропобегов подходящей средой была ½MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л Кин, на которой число погибших регенерантов составило от 12,1 % до 28,7 %. На основе полученных результатов был разработан протокол микроклонального размножения изученных галофитов семейства *Chenopodiaceae* (табл. 1).

Таблица 1

Биотехнологический протокол индукции процессов морфогенеза в условиях *in vitro* для изученных галофитов семейства *Chenopodiaceae*

Вид растений		Тип экспланта	Питательная среда	Испытанные регуляторы роста		Оптимальные условия
				цитокинины	ауксины	
Однолетники	<i>Climacoptera aralensis</i> (Иjin) Botsch. <i>C. ferganica</i> (Drob.) Botsch. <i>C. affinis</i> (C. A. Mey.) <i>C. transoxana</i> (Иjin) Botsch. <i>C. turgaica</i> (Иjin) Botsch. <i>C. intrcata</i> (Иjin) Botsch. <i>C. longistylosa</i> (Иjin) Botsch. <i>C. lanata</i> (Pall.) Botsch.	Проростки	MS	БАП, Кин	ИУК	½ MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,3 мг/л ИУК MS+0,5 мг/л 6-БАП+1,0 мг/л ИУК ½ MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л Кин
	<i>Suaeda heterophylla</i> (Kar. Et Kir.) Bunge <i>S. paradoxa</i> (Bunge) <i>S. microsperma</i> (C. A. Mey.) Fenzl <i>S. altissima</i> (L.) Pall. <i>S. arcuata</i> Bunge	Проростки	MS	БАП, Кин	ИУК	½ MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,3 мг/л ИУК ½ MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л Кин
	<i>Atriplex tatarica</i> <i>A. auscheri</i> <i>A. dimorphostegia</i>	Проростки	MS	БАП, Кин	ИУК	½ MS+ 0,5 мг/л 6-БАП +0,3 мг/л ИУК ½ MS+ 0,5 г/л 6-БАП +0,5 мг/л Кин
Многолетники	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.Bieb.	Проростки	MS	БАП, Кин	ИУК, НУК	MS +0,5 мг/л 6-БАП+0,3 мг/л ИУК MS +0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л Кин MS +0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л НУК
	<i>Salsola dendroides</i> Pall.		MS, WPM	БАП, Кин	-	MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л Кин WPM+0,3 мг/л 6-БАП+0,2 мг/л Кин WPM+0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л Кин
	<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Иjin.					

В четвертой главе диссертации под названием «Содержание тяжелых металлов (ТМ) у растений *Chenopodiaceae* в зависимости от состава почвы, выявление их взаимосвязи в естественных популяциях и в условиях *in vitro*» обсуждены полученные данные по накоплению 12 ТМ (Zn, Cu, Cd, Mn, Co, Ni, Cr, As, Hg, U, Re, Ta) в почве и в растениях на разных фазах развития. Первый раздел посвящен содержанию ТМ в почве из разных географических зон Узбекистана. В период начала вегетации растений (апрель) в почве протекает процесс накопления ТМ. С повышением температуры воздуха наступает период бурного цветения растений (июль) и в почве протекает процесс уменьшения содержания ТМ, которое наблюдалось в течение 2020-2021 гг. В этих регионах в 2021 году обнаружили более высокое содержание ТМ в почвах, чем в 2020 году (рис. 1). Наблюдение за содержанием ТМ в Мирзачуле и Арале в 2021 году показало более высокие показатели, чем в 2020 году. В Мирзачулье накопления ТМ в почве было, выше, чем в Арале в «0» точке. Эти различия в накоплении ТМ в почве связано с близостью автомагистралей и предприятий металлургических заводов. На дне Арала на «0» точке содержание U, Re, Ta, Cd, As, Hg было минимальным - концентрации до 0,010 мг/кг, иногда они не были обнаружены.

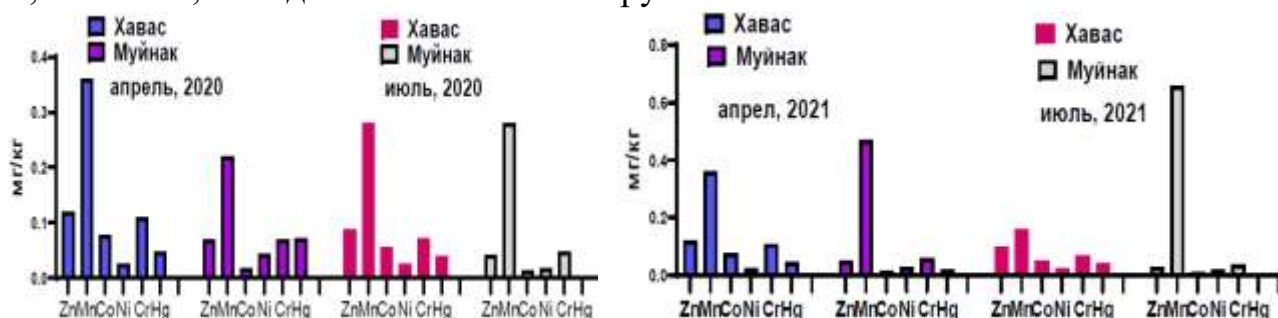


Рис. 1. Содержание ТМ в почве из разных пустынных зон Узбекистана

Второй раздел посвящен содержанию ТМ у растений в естественных популяциях и в условиях *in vitro*. Проведенный химический анализ растительных образцов показал, что у всех изученных галофитов при повышении степени загрязнения территории содержание ТМ увеличивается на всех фазах развития. Например, у молодых особей, собранных в Мирзачулье, содержание Cu и Ni в ювенильной фазе развития превышало показатели контрольного участка на «0» точке дна Аральского моря на 50%.

При этом количество Cu и Ta как у молодых, так и у взрослых растений всех изученных галофитов было почти в 2 раза больше, чем на наиболее удаленном от предприятий участке на «0» точке дна Арала. Для всех видов отмечалось интенсивное накопление Mn и Zn в надземных органах в обоих условиях произрастания. Исследована возможность применения растений разных видов *Chenopodiaceae* в фиторемедиации почв и создании биологически активных добавок (БАД), в частности выявлены растения-аккумуляторы и виды, устойчивые к загрязнению ТМ см. таблицу 2.

Таблица 2

Список перспективных представителей *Chenopodiaceae*, рекомендуемых для использования в фиторемедиации почв и создании биологически активных добавок

№	Название растения	Мирзачульский оазис		Муйнакский район
		Хаваский район	Пахтакорский район	
I-группа растений-аккумуляторов ТМ				
1	<i>Climacoptera intricata</i> (Iljin) Botsch*	+	+	nr*
2	<i>C. transoxana</i> (Iljin) Botsch.	nr*	nr*	+
3	<i>C. ferganica</i> (Drob.) Botsch.	nr*	nr*	+
4	<i>C. turgaica</i> (Iljin) Botsch.	nr*	nr*	+
5	<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin.	nr*	nr*	+
6	<i>Halostachys belangeriana</i> (Moq.) Botsch.	+	+	+
7	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.B.	+	+	+
8	<i>Salicornia europaea</i> L.	+	+	+
9	<i>Suaeda heterophylla</i> (Kar. et Kir.) Bge.	+	+	nr*
10	<i>S. paradoxa</i> Bge.	nr*	nr*	+
11	<i>S. microsperma</i> (C. A. Mey.) Fenzl	+	+	nr*
12	<i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+
13	<i>Bassia hyssopifolia</i> (Pall.) Kuntze.	+	+	+
II- виды устойчивые к загрязнению ТМ				
14	<i>Atriplex tatarica</i> L.	+	+	+
15	<i>A. aucherii</i> Moq	+	+	nr*
16	<i>A. dimorphostegia</i> Kar. Et Kir.	nr*	nr*	+
17	<i>Suaeda altissima</i> (L.) Pall.	+	+	nr*
18	<i>S. arcuata</i> Bge.	nr*	nr*	+
19	<i>Salsola dendroides</i> Pall.	+	+	+
20	<i>S. orientalis</i> S.G. Gmel.	nr*	nr*	+
21	<i>Climacoptera aralensis</i> (Iljin) Botsch*	nr*	nr*	+
22	<i>C. affinis</i> (C. A. Mey.) Botsch.	nr*	nr*	+
23	<i>C. longistylosa</i> (Iljin) Botsch.	+	+	nr*
24	<i>C. lanata</i> (Pall.) Botsch.	nr*	nr*	+

Примечание: *C. intricata* (Iljin) Botsch*, *C. aralensis* (Iljin) Botsch.* - эндеми Средней Азии; nr* - объект не растет.

По результатам проведённых исследований была зафиксирована выраженная зависимость уровня накопления элементов у растений-регенерантов. При контрольном варианте MS, на 1-2 пассажах растения имели сходство в накоплении ТМ. На 3-м пассаже наблюдалось постепенное снижение содержания ТМ у видов рода *Climacoptera* и *Atriplex*, но у представителей *Suaeda* содержание Zn и Mn оказалось в 1,5 раза выше во всех вариантах (Рис. 2).

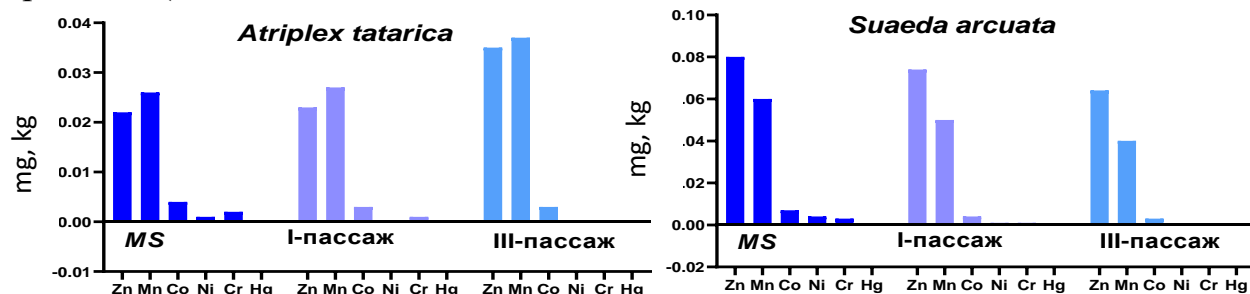


Рисунок. 2. Содержание ТМ в растениях-регенерантах в условиях *in vitro*

Для Zn была отмечена выраженная изменчивость в пределах вида *Suaeda arcuata*: регенеранты аккумулировали цинк почти в 1,5 раза больше, чем интактные образцы, тогда как у *Atriplex tatarica* регенеранты содержали цинка в 1,7 раза меньше. Содержание остальных металлов, таких как Ni, Cr, As, U, Re и Ta было увеличено особенно у интактных образцов, при культивировании в условиях *in vitro* наблюдалось постепенное снижение содержания - на 3-пассаже они не были обнаружены. Накопление тяжелых металлов в растениях и в растениях-регенерантах из обеих пустынных зон (Мирзачульский оазис и Муйнак) не превышало норм, установленных для БАД на растительной основе и лекарственного растительного сырья. На основании полученных результатов проведенные нами эксперименты подтвердили возможность использования в общей сложности 24 видов семейства *Chenopodiaceae* в фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами. В соответствии с этим изученные растения были определены как растения-аккумуляторы и перспективные виды, устойчивые к загрязнению тяжелыми металлами.

В пятой главе диссертации «Содержание низкомолекулярных природных соединений у галофитов семейства *Chenopodiaceae* в условиях естественного произрастания и в условиях *in vitro*» приведены данные о динамике накопления осмолитов в зависимости от места произрастания и фазы развития изученных галофитов. В первом разделе данной главы представлены результаты, посвященные сравнительному определению содержания свободных аминокислот в галофитах, распространенных в различных регионах произрастания представителей семейства *Chenopodiaceae* на основе сезонных процессов. Эти исследования были проведены на 12 видах галофитов в процессе цветения, всходов, у микроклонов, выращенных *in vitro* на питательных средах MS и 300 mM NaCl, в результате было обнаружено 10 заменимых и 10 незаменимых аминокислот.

Виды рода *Climacoptera intricata* и *C. longistylosa*, собранные на территории Хаваса, показали самое низкое количество аминокислот среди изученных видов. Образцы из Муйнака *C. lanata* и *C. aralensis* обладали в 1,5 раза большим содержанием аминокислот, чем растения, собранные в Хавасе. Для видов *Suaeda paradoxa*, *S. altissima*, *S. microsperma* и *S. arcuate* отмечены самые низкие показатели дикарбоновых аминокислот, очевидно, это связано с тем, что во время цветения глутаминовая и аспарагиновая кислоты больше расходуются при биосинтезе белков.

S. altissima, собранная в Хавасе, а также *S. microsperma* из Муйнака показали высокое количество аминокислот среди видов р. *Suaeda*. Установлено, что незаменимая аминокислота серин накапливается в 1,5 раза меньшем количестве особенно у видов рода *Suaeda* у растений из обоих исследованных регионов. Дикарбоновые аминокислоты - глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также глутамин присутствуют в высоком количестве у *Halocnemum strobilaceum*, собранного на обеих территориях. Среди изученных видов из двух территорий наибольшее количество аланина, пролина, метионина, тирозина, аргинина, фенилаланина отмечено у всех изученных видов представителей семейства *Chenopodiaceae*. Содержание лизина выявлено в растительном сырье у всех исследованных растений, при этом наибольшее количество установлено для рода *Atriplex*, особенно у вида *A. tatarica*. Наибольшее количество 20 аминокислот накапливается у видов рода *Atriplex* из обеих территорий среди изученных растений, во время цветения, а у *Suaeda paradoxa* эти показатели были меньше. Определен состав свободных аминокислот у растений регенерантов под воздействием NaCl, полученные результаты приведены на рис. 3.

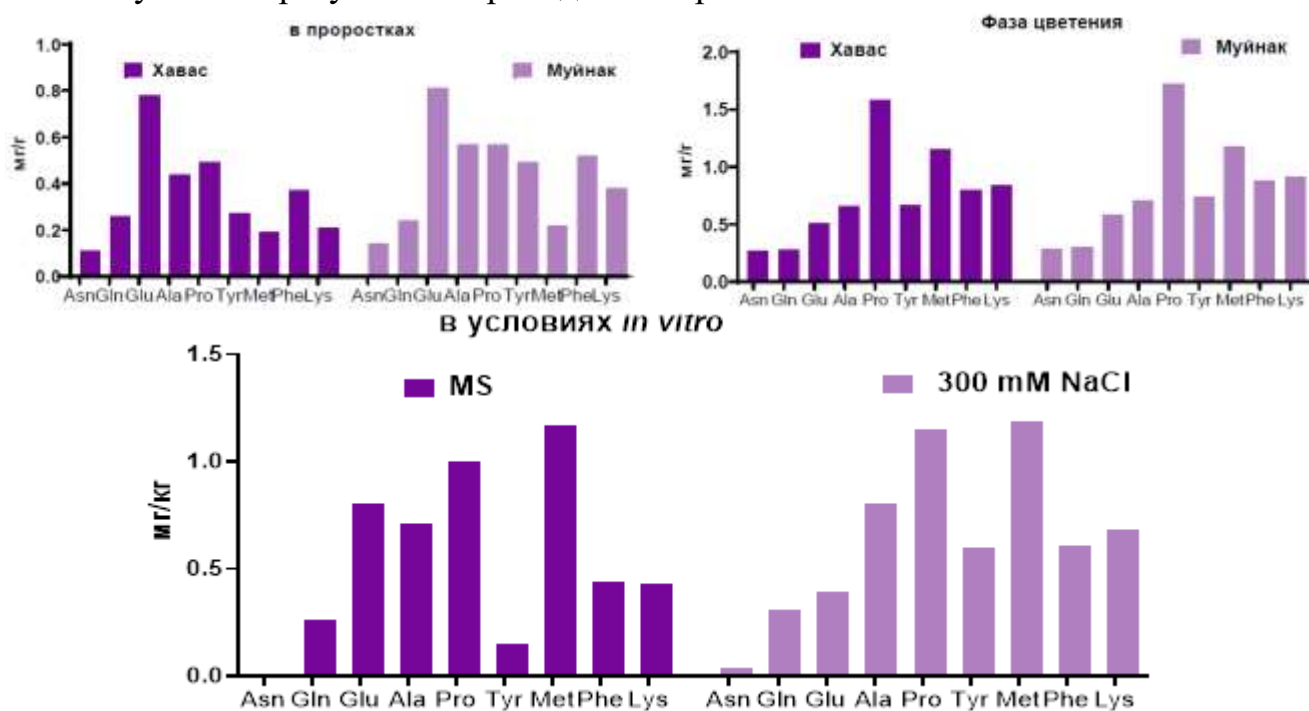


Рисунок 3. Накопление свободных аминокислот *A. tatarica* из разных пустынных зон Узбекистана и в условиях *in vitro*

Как видно из рис. 3, в фазе цветения аминокислотный профиль надземных органов изученных галофитов их обоих условий был богат Pro, Met, Tyr, Phe и Lys, общая сумма составила 8,18 мг/г в условиях Хаваса, 8,62 мг/г в Муйнаке, в проростках – 6,55 мг/г и 6,87 мг/г. В условиях *in vitro* под воздействием NaCl количество Asn, Pro, Met, Tyr, Phe и Lys увеличивалось, а количество Gln уменьшалось, и было показано, что общее количество аминокислот в стрессовых микрорастениях (12,5 мг/г) было в 1,9 раза выше, чем в контрольном варианте (6,7 мг/г).

Сравнительно изучен состав водорастворимых витаминов у 12 видов галофитов, относящихся к семейству *Chenopodiaceae*, на ювенильной (незрелой) стадии развития и в период распускания и цветения. В период цветения витамины, особенно B₂, отмечены в 1,5 раза больше, чем на ювенильной стадии развития, полученные результаты представлены на рисунке 4.

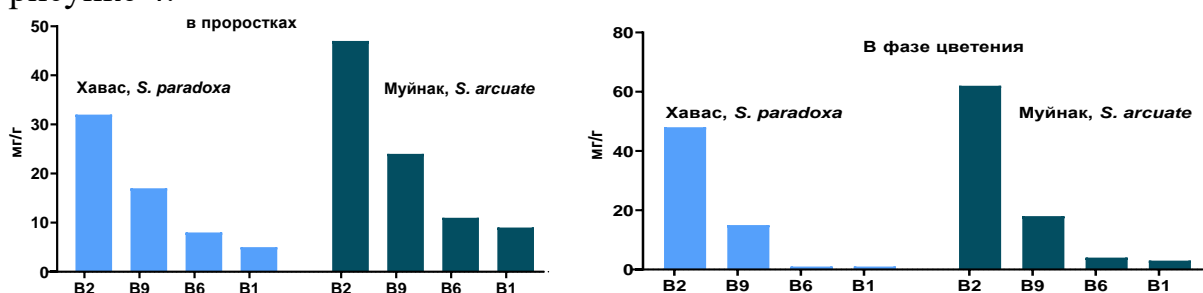


Рисунок 4. Накопление водорастворимых витаминов видов рода *Suaeda* из разных пустынных зон Узбекистана

Наблюдалось резкое уменьшение количества рибофлавина и тиамина у всех исследованных галофитов. На стадии всходов присутствовало огромное количество витаминов, кроме B₂, но в начале цветения у всех исследованных галофитов наблюдалось снижение содержания B₁ и B₉. Содержание витаминов группы B в течение вегетационного периода падает, что очевидно, связано с усиленным расходом этих метаболитов на процессы генеративного развития растений, обусловленного качественно новым типом обмена веществ. В связи с этим, нами проведены аналогичные исследования по анализу накопления витаминов в условиях *in vitro* у молодых микрочеренков галофита *Suaeda arcuata* (рис. 5).

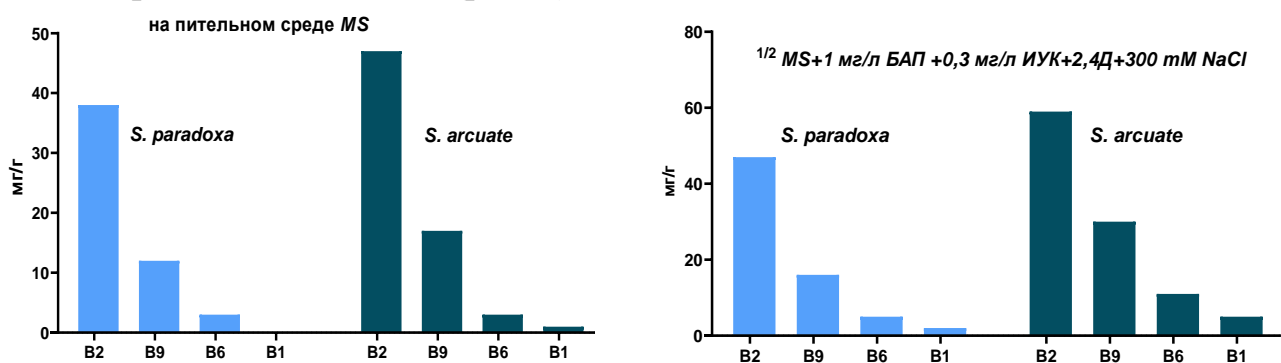
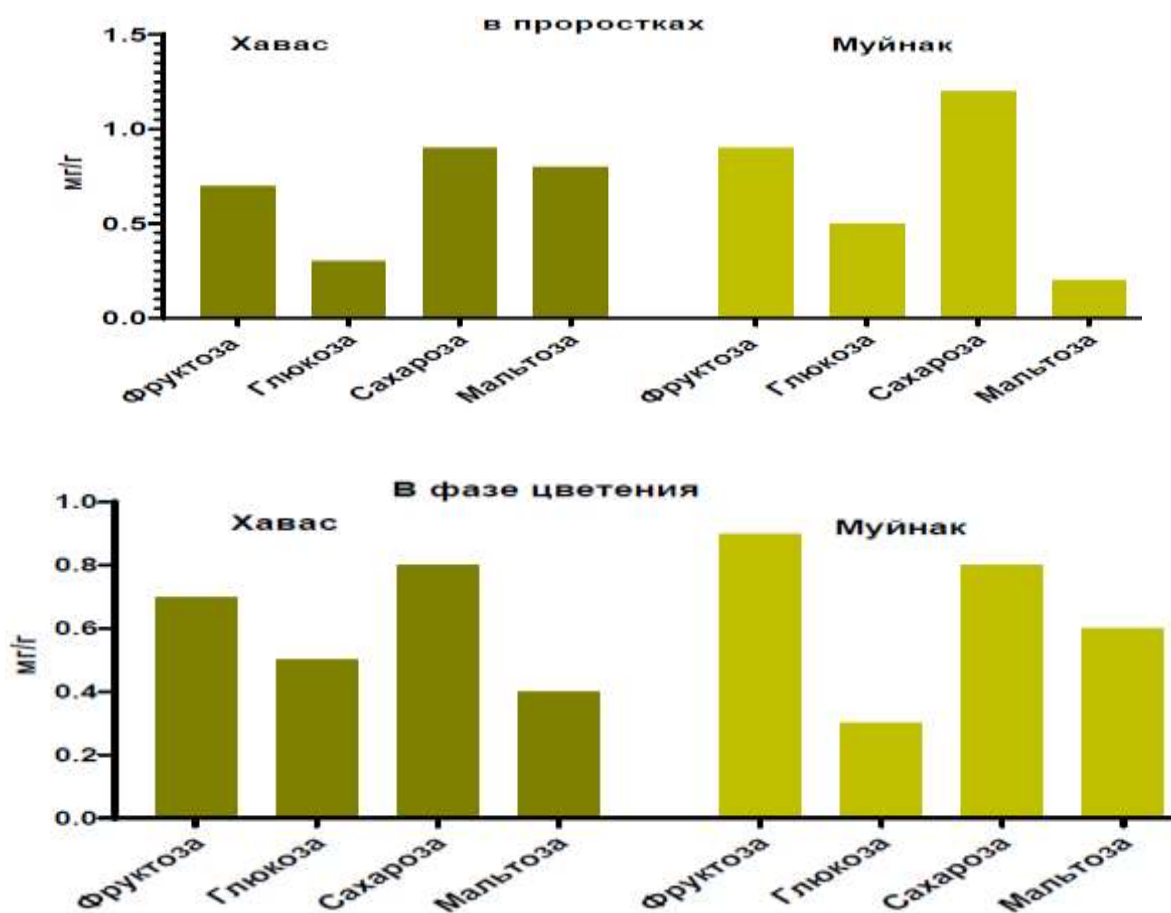


Рисунок 5. Накопление водорастворимых витаминов у видов рода *Suaeda* в условиях *in vitro*

Среди изученных видов в интактных растениях *Suaeda arcuate* при цветении и на ювенильном этапе обнаружено значительное количество рибофлавина – 0,062 мг/г и тиамина до 0,006 мг/г, а в биотехнологическом материале MS В₂- 0,053 мг/г, В₉-0,018 мг/г, В₆ -0,011 мг/г и В₁-0 мг/г, на питательной среде ½MS+1мг/л БАП+0,3 мг/л ИУК+2,4Д+300 mM NaCl накапливалось пиридоксина – 0,030 мг/г и фолиевой кислоты – 0,029 мг/г и тиамина – 0,012 мг/г, что почти в два раза выше, чем у интактных растений.

В третьем разделе данной главы определено, что у 12 изученных видов семейства *Chenopodiaceae*, произрастающих в Сырдарьинской области и на дне Арала, углеводы начинают накапливаться на самых ранних стадиях развития галофитов. Показано, что у растений из Муйнакского района содержание всех углеводов, кроме глюкозы выше, чем у растений, растущих в Сырдарьинской области. Установлено, что в ювенильный период динамика накопления углеводов у растений обоих регионов в 1,5 раза выше, чем в фазу цветения. Отсутствие NaCl в питательной среде (контроль, MS), приводило к четкому снижению роста растений в контрольных образцах и пониженному содержанию углеводов, что подтверждает потребность растений данной группы в присутствии солей в среде обитания для нормального развития (рис. б). При сравнительном анализе углеводного состава у микропобегов галофитов видов рода *Climacoptera* и *Atriplex* в собранном материале в разных регионах Республики, общее содержание углеводов в регенератах *A. tatarica*, полученных в концентрации 300 mM-500 mM NaCl, составило 0,5 мг/г - 4,0 мг/г.



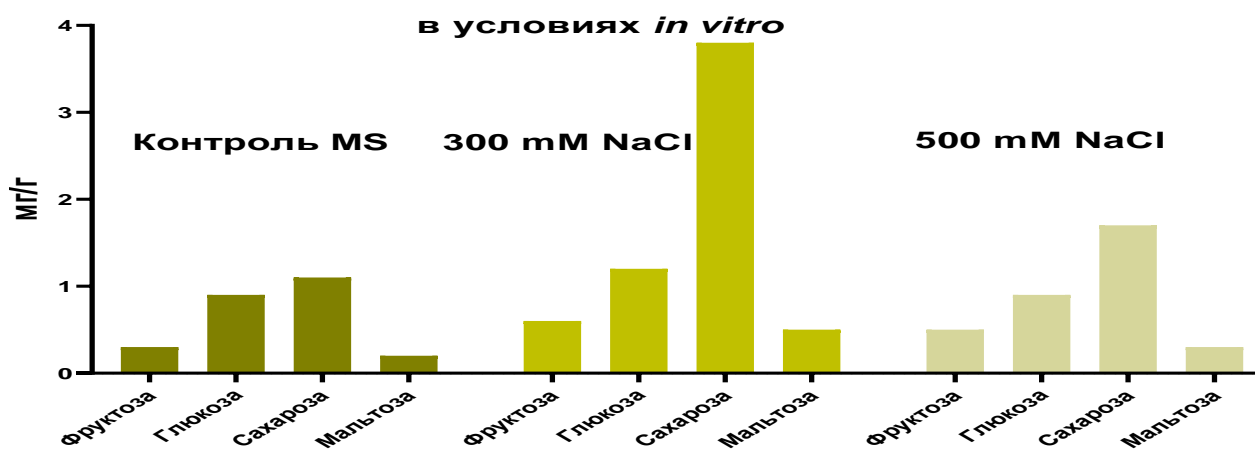


Рисунок 6. Накопление водорастворимых углеводов *Atriplex tatarica* из разных пустынных зон Узбекистана и в условиях *in vitro*

Хлористый натрий, внесенный в среду, обуславливал увеличение количества углеводов у растений-регенератов, выращенных при концентрации NaCl 100-500 mM, а в контроле MS - 0,7 мг/г - 2,0 мг/г. В результате подбора оптимальных сред с различными концентрациями NaCl увеличилось количество проростков для индукции побегообразования и ризогенеза, что определяет возможности использования биотехнологического подхода для размножения галофитов семейства *Chenopodiaceae*.

В шестой главе диссертации под названием «**Состав и идентификация полифенолов *Halocnemum strobilaceum* и изучение их биологической активности**» приведены данные по выделению полифенолов, идентификации, сравнительному анализу содержания фенольных соединений (ФС) на разных фазах развития и биологической активности суммы полифенолов. В первом разделе обсуждаются данные, полученные методами экстракции, ВЭЖХ и ВЭЖХ-МС. Выделены и идентифицированы фенольные соединения в фазе цветения у *H. strobilaceum*, произрастающего на дне Аральского моря. Из 60 обнаруженных соединений идентифицированы 25 ФС (6 флавоны, 10 флаванолов, 2 флаваноны, 2 галлотаннины, 2 антоцианидины). Полученные данные приведены в таблицах 3 и 4.

При подборе питательной среды *in vitro* содержание полифенолов в клеточных культурах *H. strobilaceum* в 1,5 раза увеличилось по сравнению с проростками нативных растений. В экстрактах молодых проростков растений из природной популяции идентифицированы 7 общих компонентов ФС – 1 флавон, 4 флавонола, 1 изофлавоноид и 1 антоцианидин. В контрольном варианте на этапе введения в культуру *in vitro* (MS) наблюдается обеднение в фенольном спектре их количество не превышали 4. Растения-регенеранты к 3-му пассажу выращивания на среде со стрессовым фактором синтезировали 13 ФС. Следует также отметить, что эти растения-регенеранты, как и интактные растения в фазе цветения, обладают способностью синтезировать полифенолы, имеющие медицинское значение, такие как геранин, апигенин, 3-бис-О-галлоил-1,2,4,6-тетра-О-галлоил-β-D-глюкоза, изорамнетин 3-О-глюкуронид, кверцетин 3-О-рутинозид и апагенин 7-О-неогесперидозид.

Таблица 3

Список идентифицированных полифенолов и хромато-масс-спектрометрические величины
Halocnemum strobilaceum

№	Название соединений	Время выхода	Брутто формула	[М-Н] ⁻	Спектральные данные			
					Фрагментарные сигналы, m/z (%)			
1	Нарингенин	2,9	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	271,105 (10)	151.005 (70)	120.05 (5)	119.051 (100)	107.014 (30)
2	Роифолин Апагенин 7-О-неогесперидозид)	2,96	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	577,18 (9)	267.14 (8)	268.5 (100)	268 (43)	
3	Нарингин	3,66	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₄	579.1995 (35)	459.29 (50%)	271.09 (100)	235.09 (10)	151.09 (75)
4	((±) Катехин)	3,66	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	289,095 (10)	182.1 (42)	107.07 (100)		
5	(Кофеилвинная кислота)	8,22	C ₁₃ H ₁₂ O ₉	311,140 (15)	169,21 (100)	153,20 (10)	148,13 (35)	131,12 (45)
6	Кверцетин 3-О-(6"-малонилглюкозид) 7-О-глюкозид	8,24	C ₃₀ H ₃₂ O ₂₀	711,272 (35)	667.15 (100)	462.07 (20)	299.01 (12)	
7	Кверцетин 3-О-рутинозид	10.58	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	609.201 (7)	301.0348 (100)	283.02 (25)	163.06 (29)	145.05 (35)
8	Кверцетин 3-О-галлоктозид	11.16	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	463.3348 (15)	300.4 (50)	284.3 (100)	178.4 (10)	
9	Пеларгонидин 3-О-(6"-малонилглюкозид)	11.88	C ₂₄ H ₂₃ O ₁₃	518.99				
10	Пеонидин 3-О-(6"-ацетилгалактозид)	12.34	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₂	504.126 (9.9)	221.06 (13.41)	175.06 (7)	145.05 (10)	59.01 (100)
11	Кверцетин 3-О-(6"-малонилглюкозид)	12.35	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₅	549.168 (45)	505.06 (85)	300.00 (100)	271.00 (55)	87.06 (15)
12	Лютеолин 7-О-рутинозид	12.40	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	593.204	448.251	287.21		

				(5)	(52)	(100)		
13	1,2,3,4,6-Пента-О-галлоил-β-D-глюкозы	12.40	C ₄₁ H ₃₂ O ₂₆	939.05 (15)	769,7 (90)	617,8 (35)	447,7 (16)	169.8 (100)
14	Изорамнетин-3-О-галлактозид-7-О-рамнозид	12.77	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	623.1244 (21)	608.5 (51)	476.6 (35)	297.4 (17)	284.3 (100)
15	Кемпферол 3-О-галактозид	13.12	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	447.133 (31)	283.35 (100)	267.13 (75)		
16	Изорамнетин 3-О-галактозид	13.62	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	477.1470 (20)	315.13 (21)	314.15 (100)	243.51 (27)	
17	Кемпферол 3-О-ацетилглюкозид	14.53	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₂	489.1039 (6)	429.08 (9)	285.04 (85)	267.03 (10)	59.01 (100)
18	Лютеолин 7-О-малонилглюкозид	14.55	C ₂₄ H ₂₂ O ₁₄	533.0924 (5)	489.1 (11)	285.04 (100)	103.00 (74)	59.01 (41)
19	Апигенин 7-О-апиозилглюкозид	14.91	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₄	563.1559				
20	Лютеолин 7-О-глюкозид	17.09	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	447.09 (11)	285.04 (100)	267.03 (14)	161.05 (7.5)	59.01 (5)
21	6"-О-Малонилглицитин	17.32	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₃	531.11 (7)	427.1 (15)	283.06 (100)	267.03 (45)	103.01 (91)
22	3-бис-О-галлоил-1,2,4,6-тетра-О-галлоил-β-D-глюкозы	18,88	C ₄₈ H ₃₆ O ₃₀	1091.12 (10)	939.4 (45)	769.13 (100)	447.03 (27)	169.01 (35)
23	Изорамнетин 3-О-глюкуронид	19,24	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₃	491,1648 (9)	461.05 (11)	312.15 (36)	296.14 (100)	179.6 (52)
24	Хризозериол 7-О-(6"-малонилглюкозид)	19,84	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₄	547,1950 (7)	299.05 (100)	283.02 (41)	103.00 (96)	59.01 (54)
25	Гераниин	21,26	C ₄₁ H ₂₈ O ₂₇	951,3464	668.02 (50)	436.21 (40)	301.05 (100)	169.78 (15)

Таблица 4

Синтезируемые соединения *Halocnemum strobilaceum* в зависимости от места произрастания

Группы флавоноидов	В фазе цветения	Проростки	MS	MS+0,5 мг/л 6-БАП+0,5 мг/л НУК+ NaCl 300 мМ
Флавоны	Роифолин (Апагенин 7-О-неогесперидозид)	0	0	+
	Лютеолин 7-О-рутинозид	+	+	+
	Лютеолин 7-О-глюкозид	0	0	0
	Лютеолин 7-О-малонилглюкозид	0	0	0
	Хризозериол 7-О-(6"-малонилглюкозид)	0	0	0
	Апигенин 7-О-апиозилглюкозид	0	0	+
Флавонолы	(±) Катехин	+	+	+
	Кверцетин 3-О-(6"-малонилглюкозид) 7-О-глюкозид	+	+	+
	Кверцетин 3-О-рутинозид	0	0	+
	Кверцетин 3-О-галлоктозид	+	+	0
	Кверцетин 3-О-(6"-малонилглюкозид)	0	0	+
	Изорамнетин-3-О-галлактозид-7-О-рамнозид	0	0	+
	Изорамнетин 3-О-галлактозид	0	0	0
	Изорамнетин 3-О-глюкуроид	0	0	+
	Кемпферол 3-О-ацетилглюкозид	0	0	0
Кемпферол 3-О-галлактозид	+	0	+	
Флаваноны	Нарингенин	0	0	0
	Нарингин	0	0	+
Изофлавоноиды	Малонил глицитин	+	0	0
Галлотаннины	1,2,3,4,6-Пента-О-галлоил-β-D-глюкозы	0	0	0
	3-бис-О-галлоил-1,2,4,6-тетра-О-галлоил-β-D-глюкозы	0	0	+
Эллагалотаннин	Геранин	0	0	+
Антоцианидины	Пеларгонидин 3-О-(6"-малонилглюкозид)	+	0	0
	Пеонидин 3-О-(6"-ацетилгалактозид)	0	0	0

В третьем разделе приводятся данные по антиоксидантой, антифунгальной и антибактериальной активности полифенолов, выделенных из гипергалофитов *Chenopodiaceae*. Антиоксидантная активность полифенольных соединений растения *Halostachys belangeriana*, *Halocnemum strobilaceum* и *Salsola dendroides* изучали совместно PhD У. Гаировым. Полученные результаты показали, что значение IC₅₀ полифенолов *H. belangeriana* оставило 60 мкМ, *H. strobilaceum* – 42 мкМ, *S. dendroides* – 90 мкМ. Анализ экспериментальных результатов, полученных при исследовании суммы полифенолов изученных галофитов, показал, что образец *H. strobilaceum* обладает наиболее высокой АРА в отношении к подавлению свободных радикаловДФПГ по сравнению с другими образцами. Данный факт также подтверждается коэффициентом корреляции $r=0,94$ при проявлении антиоксидантных и антирадикальных свойств.

Проведены исследования по определению антибиотического потенциала полифенолов *Halostachys belangeriana*, *Halocnemum strobilaceum* и *Salsola dendroides*. В качестве контроля использовали канамицин, эксперименты проводили на бактериях *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* из коллекции Уникального объекта Института микробиологии АН РУз. На основании полученных результатов выявлено, что полифенолы, выделенные из растения *H. strobilaceum*, влияют на рост и развитие микроорганизмов (диаметр 8-26 мм) и эффективно подавляют рост бактерий *B.subtilis* и *E. coli*.

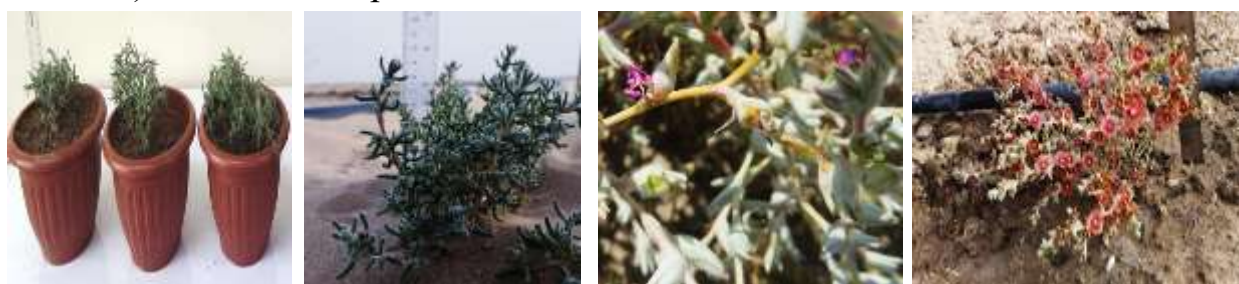
Антифунгальное действие растительных полифенолов определяли на тест-культурах *Alternaria tenuissima*, *Alternaria alternate*, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporium* из коллекции Уникального научного объекта фитопатогенных и других микроорганизмов ИГЭБР АН РУз. Установлено, что полифенольная сумма из *H.strobilaceum* оказывала сильное воздействие. Механизм действия суммы полифенолов показал, что фунгицидная зона роста охватила 5,0-22 мм. Согласно результатам проведенных исследований полифенольная сумма *H.strobilaceum* обладает высокой антагонистической активностью по отношению к *A.tenuissima*, *A.alternate*, являющимся возбудителями заболевания альтернариозного увядания, наносящего большой ущерб сельскохозяйственным растениям.

В четвёртом разделе основное внимание уделяется цитотоксической активности суммы полифенолов интактных растений и растений-регенерантов *Halocnemum strobilaceum*, которая определялась в сравнении с цис-платиной *in vitro*, совместно с д.б.н. Хошимовой З.С. Результаты исследования показали, что 25 %-ное ингибирование роста на клетках *HeLa* проявляли интактные растения. Самый сильный эффект наблюдался у суммы полифенолов из растений-регенерантов *H.strobilaceum*, где ингибирование составило 27%. Данная культура отобрана в качестве наиболее перспективного биотехнологического сырья, при всех сроках культивирования в ней продуцируются биологически активные вещества с антипролиферативной активностью.

В седьмой главе диссертации «Выращивание в культуре перспективных галофитов местной флоры для экологической реставрации дна Арала» представлена способность галофитов к нормальному функционированию и формированию относительно высокой кормовой и лекарственной массы в условиях засоленной среды.

В первом разделе описана разработка методов клеточной селекции на устойчивость к засолению и технологии размножения посадочного материала. Изучалось влияние различных концентраций NaCl на рост и развитие растений-регенерантов галофитов родов *Climacoptera*, *Suaeda*, *Atriplex* с целью разработки методических основ клеточной селекции на устойчивость к осмотическому стрессу. Наше исследование показало, что среди изученных видов *C.longistylosa*, *S.arcuate*, *A. tatarica* являются высоко солеустойчивыми видами, выживающим при концентрации NaCl в 300 mM. NaCl в концентрации 300 mM наиболее благоприятствовал росту растений, у которых размер листьев был больше, чем в контроле. Было определено, что для клеточной селекции на устойчивость к NaCl у всех изученных галофитов предпочтительно использовать исходные регенеранты 3-го пассажа.

Во втором разделе приведены данные о микроразмножении галофитов в условиях *in vitro* и отбор у биотехнологических образцов для адаптации *ex vitro*. Микрорастения пересаживались в увлажненный грунт, после чего полив проводили через каждые 3 дня. Микросаженцы видов *Climacoptera intricata*, высаживали на «0» опытном участке дна Аральского моря в июне, а адаптировались они к этим условиям в конце августа, после чего приобретали характерный для данного вида габитус к началу сентября (через три месяца после вывода из условий *in vitro*). Для проведения опыта использовали по 100 микросаженцев *C.intricata*, учет проводили каждые 5 дней. Акклиматизация регенерантов зависела от сроков их переноса в условия *ex vitro*, результаты адаптации микрорастений *C.intricata* зависели от сроков посадки. В начале адаптации микросаженцы показали медленную скорость роста при высокой температуре (июль, 43-47 °С), далее, когда прошли жаркие периоды (август, 24-32 °С) наблюдалась резкая активизации вегетации.



а

б

в

г

Рисунок 7. *Ex vitro* культивирование биотехнологических образцов *C. intricata* для адаптации на «0» опытном участке дна Аральского море
а – начало адаптации микросаженцев *C. intricata*; б – *ex vitro* микросаженцы на «0» опытном участке дна Аральского моря; в – фаза цветения микросаженцев; г – обильное плодоношение микросаженцев.

Микросаженцы этих видов также лучше (60% - 90%) приживались при высадке в открытый грунт для адаптации на «0» опытном участке дна Аральского море в мае. В целом, хорошо развившаяся за период адаптации корневая система и надземная часть у всех изученных нами растений, обеспечила им высокую приживаемость в условиях открытого грунта равную или приближающуюся к 80%. Изученные представители этого семейства из-за высокой специфичности вегетативных и генеративных органов, позволяющей им легко адаптироваться к галофактору, могут широко использоваться для искусственного формирования «зеленых поясов» Аралкума. В третьем разделе обсуждаются вопросы об использовании семенных фондов, собранных из разных регионов Республики, для определения преимущества по технологическим показателям семян и плодов, и их устойчивости к засоленности почвы. Был выбран участок для создания коллекционного питомника галофитных растений на площади 1 га на «0» точке дна Аральского моря. Впервые создан питомник на дне Арала по координатам N 44°7'36.84", E 58°50'39.25", проведены агротехнические и фитомелиоративные работы, изучена биоморфология выращиваемых 24 видов галофитов из семейства *Chenopodiaceae*. Проведенный анализ биометрических данных показал, что проростки имели хорошо развитую корневую систему и длина проростков составляла от 3 см до 10 см, а также выход посадочного материала с 1 га в среднем составил 47 %, при этом: 12 % – *Climacoptera intericata*, 13 % – *Climacoptera longistylosa*, 8 % – *Atriplex tatarica*, 4 % – *Atriplex aucheri*, 2 % – *Suaeda altissima*, 6 % – *Salicornia europaea*, 1 % – *Halocnemum strobilaceum*, 1 % – *Halostachys belangeriana*. Наши наблюдения привели к выводу, что разные виды по-разному реагировали на перепады температуры воздуха (днем 45 °С и ночью 19 °С что необходимо различать растения, устойчивые и неустойчивые к весенним временным похолоданиям и летней жаре, было доказано, что резкие перепады температуры не сильно влияли на всхожесть семян и развитие проростков.

Высокая степень адаптации вегетативных и генеративных органов к галофактору позволяет рекомендовать изученные виды для формирования галофильной растительности Узбекистана. Среди апробированных галофитных однолетних видов, такие как *S.europaea*, *A.dimorphostegia*, *A. tatarica*, *A. aucheri*, *S. microphylla*, *S. altissima* могут полнее использовать запасы почвенной влаги и питательных веществ, а также формировать сравнительно высокую кормовую продукцию на песках дна Арала. При формировании крупных семенных плантаций в пустынных районах рекомендуется использовать биообразцы семян, собранные в Мирзачульском оазисе, так как положительные показатели по технологическим параметрам семян и плодов растений подтверждены в экспериментах. Разработаны специальные подходы к использованию перспективных галофитов Узбекистана *Climacoptera intricate*, *Atriplex tatarica* и *Suaeda atcuata* и других многолетних галофитов нового поколения для создания зеленых поясов на высохшем дне Аральского моря на основе методов биотехнологии.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что низкая семенная продуктивность изученных видов галофитов семейства *Chenopodiaceae* связана с недостаточно эффективными процессами качественного опыления и оплодотворения, дегенерацией спорогенных тканей и стерильностью пыльцы, которые являются основными биологическими факторами, ответственными за образование пустых семян.

2. Впервые была разработана специальная биотехнологическая схема регенерации и создания микроклональных кластеров 19 видов семейства *Chenopodiaceae*, а также их адаптации к природным условиям, что связано с разработкой экономически эффективного принципа восстановления деградированных и засоленных почв Аралкума и прилегающих к нему территорий.

3. На основе анализа 12 различных тяжелых металлов в межрегиональных почвах и растениях на разных стадиях развития сформирована группа перспективных видов представителей семейства *Chenopodiaceae*, рекомендуемых для использования в фиторемедиации почв и создании биологически активных добавок, а также биобанк культур галофитов *in vitro* для развития галофитного растениеводства в сельском хозяйстве Узбекистана.

4. Проведен сравнительный анализ состава свободных аминокислот 12 видов семейства *Chenopodiaceae*, собранных из Мирзачульского оазиса и Муйнака, и установлено, что в фазу цветения растений увеличивается количество пролина, тирозина, фенилаланина и метионина, а во всех регенерантах, выращенных на питательной среде с концентрацией NaCl 300 mM, накапливалось количество аминокислот в 1,5-2 раза больше, чем в микропроростках, выращенных на контрольной среде MS, что позволило создать новое поколение питательных биотехнологических линий пустынных растений, богатых белком.

5. Отмечено, что 12 видов галофитов в ювенильной фазе в Сырдарьинской области и в Муйнакском районе накапливали относительно большие количества витаминов группы В, среди которых рибофлавин и фолиевая кислота не изменялись на всех стадиях развития, а пиридоксин и фолиевая кислота накапливались почти в два раза больше у регенерантов на питательной среде 300 mM NaCl по сравнению с интактными растениями, эксперименты *in vitro* доказали, что данное соотношение содержания витаминов тесно связано с адаптацией биохимических процессов в тканях растений к стрессовым условиям.

6. На основе сравнительного анализа установлено, что при хлоридно-сульфатном засолении почвы и в опытах *in vitro* (300 mM NaCl) в Муйнакском районе по сравнению с контролируемыми растениями у всех изученных галофитов увеличилось содержание углеводов, увеличение количества углеводов в результате адаптации к засолению приводит к распространению питательных видов кормовых растений в пустынном районе.

7. Впервые в растении *Halocnemum strobilaceum*, широко распространенном в районе Аралкума, идентифицировано 25 фенольных соединений: установлено наличие полифенолов (6 флавонов, 10 флаванолов, 2 флаванона, 2 галлотаннина, 2 антоцианидина) и то, что количество полифенолов в тканях регенерантов на оптимизированной питательной среде увеличилось в 1,5 раза по сравнению с интактными проростками, а также то, что среди них лютеолин 7-О-рутинозид, \pm катехин и кверцетин 3-О-(6"-малонилглюкозид) 7-О-глюкозид, которые используются в медицине, представляют собой группу полифенолов, характерных для всех интактных растений и регенерантов.

8. Обнаружено, что полифенолы, выделенные из *Halocnemum strobilaceum*, обладают противогрибковой активностью в отношении штаммов *Alternaria tenuissima* и *Alternaria alternata*, бактерицидной активностью в отношении *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*, а также 27% антипролиферативной активностью полифенолов биотехнологической линии на клетках *HeLa*.

9. Впервые в результате разработки технологии адаптации микросаженцев из условий *in vitro* в условия *ex vitro* создан первичный питомник на основе закрытокорневых галофитов *Climacoptera intericata*, *Climacoptera longistylosa*, *Atriplex tatarica*, *Atriplex aucheri*, *Suaeda altissima*, *Salicornia europaea*, *Kalidium caspicum*, *Halocnemum strobilaceum*, акклиматизированных на осушенном дне Аральского моря.

10. Разработанные инструкции по интенсивному размножению микроклонов галофитов позволили расширить ассортимент местных лекарственных растений в фармацевтической промышленности, получить гиперпродуктивную биомассу как альтернативный источник биологически активных веществ, а также использовать биотехнологические линии перспективных галофитов нового поколения для обогащения растительного покрова Аральского моря и снижения риска возникновения солевых и песчано-пылевых бурь.

**ON TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF THE SCIENTIFIC
COUNCIL FOR THE SCIENTIFIC DEGREES AWARDING
DSc 02/30.12.2019.K/B.37.01 AT THE INSTITUTE OF
BIOORGANIC CHEMISTRY**

INSTITUTE OF BIOORGANIC CHEMISTRY

KHALBEKOVA HULKAR UMMATKULOVNA

**MICROCLONING AND ADAPTATION TO SALINE SOILS OF
PROMISING HALOPHYTES GROWING IN UZBEKISTAN AND STUDY
OF THEIR CHEMICAL COMPOSITION**

02.00.10 – Bioorganic chemistry

03.00.12 – Biotexnology

**DISSERTATION ABSTRACT
FOR THE DOCTOR OF SCIENCES ON BIOLOGICAL SCIENCES (DSc)**

Tashkent – 2025

The subject of the dissertation of doctor of science (DSc) is registered in the High Qualification Commission of the Republic of Uzbekistan under the registration number of B.2025.1.DSc/B157.

The dissertation has been prepared at the institute of Bioorganic chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian English (resume) languages on the website of the Scientific Council (www.biochem.uz) and on the website of «ZiyoNet» information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Ziyavitdinov Jamolitdin Fazlitdinovich
doctor of chemical sciences, professor

Tashmukhamedova Shokhista Sabirovna
doctor of biology sciences, professor

Official opponentes:

Tilyabayev Zoitjon
doctor of biology sciences, professor

Nasmetova Saodat Mamajanovna
doctor of biology sciences

Mukhamedov Rustam Sultanovich
doctor of biology sciences, professor

Leading organization:

Tashkent chemistry-technological institute

Defense will take on «26.06.» 2025 year 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific council B.2019.3.DSc/K70. of the Institute of Bioorganic Chemistry. Adress 100125, Tashkent, 83 M..Mirzo Ulug'bek street. Phone:71-262-35-40, faks: (99871) 262-70-63.

The dissertation has been registered in the Information Resource of the Institute of Bioorganic Chemistry (Adress: 100125, Tashkent, 83 M..Mirzo Ulug'bek street. Phone:71-262-35-40, faks: (99871) 262-70-63.

Abstract of the dissertation is distributed on «11 june» 2025.
(protocol at the register № 6/1 dated 11 june 2025.)



Sh.I. Salixov

Chairman of one-time scientific council on award of scientific degrees D.B. Sc., academician

N.R. Xashimova

Acting scientific secretary of one-time scientific council on award of scientific degrees D.B.Sc.

M.B. Gafurov

Chairman scientific seminar under one-time scientific council on award of scientific degrees D.B. Sc., professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work is to introduce promising halophytes of the *Chenopodiaceae* family from Uzbekistan into *in vitro* culture, to identify biologically active substances in biotechnological raw materials and cell cultures, and to conduct a comparative study of the chemical composition and biological activity of polyphenolic compounds depending on growing conditions.

The objects of the research work are stems, leaves, fruits, seeds, as well as micro-seedlings *in vitro* of 24 species of halophytic plants belonging to the *Chenopodiaceae* family, distributed in the territory of Syrdarya, Jizzakh, Bukhara regions and the Aralkum region.

Scientific novelty of the research work:

for the first time, effective agrobiological and agrotechnical principles for organizing seed production in the *Chenopodiaceae* family were developed;

intensive sterilization protocols for 19 species of halophytes were established and proven to be an effective approach for producing high-quality regenerant plants under *in vitro* conditions;

a specialized guideline was developed for the intensive cultivation of regenerant plants of 19 promising halophyte species belonging to the *Chenopodiaceae* family;

the content of 12 types of heavy metals was analyzed; 13 plant species were identified as promising for phytoremediation, and 11 species for the development of biologically active additives;

the active synthesis of osmolytes was demonstrated *in vitro* on nutrient media with NaCl concentrations of 300–500 mM in 12 regenerant plant species found in various desert regions of Uzbekistan;

in the flowering phase of *Halocnemum strobilaceum*, 25 polyphenols were identified; in seedlings - 7, in regenerants (MS) - 4, and in regenerants grown under stress conditions - 13 polyphenols of medical significance;

it has been established that the combination of halophyte polyphenols has an antagonistic effect on the growth of both gram-positive and gram-negative bacteria, and also effectively suppresses the activity of free DFGP radicals;

the anti-proliferative effect of the total content of polyphenols from regenerant plants of *Halocnemum strobilaceum* has been proven, which reduces the growth of *HeLa* line cancer cells by 27%;

as a result of the conducted experiments, the biotechnological lines of a new generation of micro-seedlings adapted to the bottom of the Aral Sea along the coordinates N 44°7'36.84," E 58°50'39.25," showed 47% survival and were successfully used to create primary green cover in Aralkum.

Implementation of the research results. The obtained results on microclonal propagation and adaptation to saline soils of promising halophytes growing in Uzbekistan, as well as the study of their chemical composition, have contributed to the following:

the use of halophytic plants for the development of desert forestry in the Republic (Reference No. 03-03/3-9 of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan, dated January 4, 2024). These results formed the basis for large-scale plantation development in the creation of succulent-saline autumn pastures and for the agro-industrial sector in the desert zones of Uzbekistan;

the development of recommendations on technological parameters for processes occurring in the reproductive organs of halophytes under high-stress conditions, which were applied in the implementation of the national state program “Greening the Aral Sea Basin” in 2023 (Reference of the Ecological Party of Uzbekistan No. 01/435 dated December 27, 2023). As a result, it was possible to mitigate the consequences of the Aral Sea ecological disaster, improve the ameliorative condition of the region's lands, and carry out activities to preserve desert biocenoses;

seedlings obtained via in vitro microclonal propagation (through adaptive trials) were planted on an experimental site at the ‘zero point’ of the Aral Sea (Reference No. 4/17-9/1-2-719 of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, dated January 9, 2024). The results confirmed the achievement of objectives outlined in the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 31, dated January 18, 2022, “On additional measures for the creation of ‘green covers’ – protective forests on the dry bed of the Aral Sea and in coastal zones;

agrobiological methods for sowing halophyte seeds were developed and applied over an area of 1.5 hectares at the ‘zero point’ on the dry Aral Sea bed. These methods enabled observation of the developmental stages of 15 Chenopodiaceae species (Reference No. 01/116 of the State Committee for Forestry of the Republic of Karakalpakstan, dated February 15, 2024). As a result, non-traditional but promising halophytes intended for establishing green belts in the Aralkum region successfully passed field trials, and the identified adaptive characteristics of their reproductive organs provided essential material for breeding and seed production programs.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of an introduction, seven chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The volume of the thesis is 223 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF WORKS
I bo'lim (I часть: Part I)

1. Халбекова Х.У. Морфология и биология цветка *Kalidium caspicum*// Доклады Академия наук Республики Узбекистан. – Ташкент, 2010. – №4. – С. 97-102. (03.00.00. № 6).
2. Халбекова Х.У., Матюнина Т.Е. Структура стенки пыльника некоторых гипергалофитов из трибы *Salicorniae* семейства *Chenopodiaceae*// Узбекский биологический журнал. – Ташкент, 2012. – № 3. – С. 28-32. (03.00.00. № 5).
3. Халбекова Х.У. Морфология плодов некоторых галофитов семейства *Chenopodiaceae*// Вестник Национального университета. – Ташкент, 2013. – №9. – С. 189-195. (03.00.00. № 9).
4. Халбекова Х.У., Абдулов И.А. Репродуктивная биология некоторых алкалоидоносных видов семейства *Chenopodiaceae*// Узбекский биологический журнал. – Ташкент, 2016. – № 4. – С. 28-32. (03.00.00. № 5).
5. Халбекова Х.У., Абдулов И.А. Морфо-биологическая характеристика цветков *Atriplex auseri* L.// Вестник Национального университета. – Ташкент, 2017. – № 3/1. – С.182-184. (03.00.00. № 9).
6. Халбекова Х.У. Галофиты, как перспективные объекты для освоения малопродуктивных земель// Вестник Национального университета. – Ташкент, 2018. – № 3/1. – С.288-290. (03.00.00. № 9).
7. Sherimbetov S.G., Xalbekova X.U. Janubiy Orolqumda tarqalgan *Salsola turkumi* ayrim turlarining kimyoviy elementlar tahlili// O'zbekiston Respublikasining Fanlar akademiyasining ma'ruzalari. – Toshkent, 2020. – № 5.76-80 betlar. (03.00.00. № 6).
8. Maria N. Lomonosova, Janna A. Akopian, Khulkar U. Khalbekova, Orzimat T. Turginov, Ridha El Mokni & Tatyana V. An'kova. Amaranthaceae. IAPT chromosome data 33/8. TAXON, 69 (6), 2020. – Pp. 29-31. (№3 Scopus, IF 3,45).
9. Халбекова Х.У., Шеримбетов С.Г. Влияние солей на прорастание семян лекарственного вида *Salicornia europaea* L.// Узбекский биологический журнал. – Ташкент, 2021. – № 1. – С. 29-32. (03.00.00. № 5).
10. Sherimbetov S. and Khalbekova H. Taxonomical and chemical elements ecological groups in plants of the Aral Sea// Clay research. – Vol.4. – №1. – India, 2021. – Pp. 12-18. (№3Scopus: IF 0,22). e-ISSN:0974-4509.
11. Халбекова Х.У., Холмуратов Э.Г., Насырова Г.Б., Сабирова М.Ш., Шеримбетов С.Г. Введение в культуру *in vitro* и получение первичных эксплантов *Climacoptera longistylusa* для микроразмножения// Узбекский биологический журнал. – Ташкент, 2022. – №2. – С. 49-53. (03.00.00. № 5).
12. Gaibov U., Xalbekova X., Amanova G., Abdirahimova S., Sherimbetov S., Abdullajonova N. O'zbekiston cho'l hududlarining istiqbolli o'simlik turlaridan ajratib olingan polifenollarning antoksidant faolligining birlamchi natijalari//

O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlari. – Toshkent, 2022. - №3.1/1. 44-48 betlar. (03.00.00. № 9).

13. Халбекова Х.У. Полиморфизм семян видов рода *Atriplex* L. - шанс выживания в условиях пустынь// Вестник Национального университета. – Ташкент, 2023. – № 3/1. – С. 194-197. (03.00.00. № 9).

14. Халбекова Х.У. Выращивание перспективных галофитов для озеленения пустыни Арала// Вестник Хорезмской академии Маъмуна. – Хива, 2023. 4/1. – С. 92-95. (03.00.00. №12).

15. Халбекова Х., Зиявитдинов Ж., Ишимов У. Сравнительный анализ витаминного состава регенерантов *Suaeda arcuata* и интактных растений// Вестник Хорезмской академии Маъмуна. – Хива, 2023. – №9/1. –С. 41-45. (03.00.00. № 12).

16. Khalbekova Kh., Nikitina E. Biochemical processes of *Climacoptera intricate*, *Suaeda altissima*, *Atriplex aucheri* under salt conditions. The scientific heritage. № 110 (110). – Budapest, Hungary, 2023. – Pp. 4-9. (Research Gate, №40). ISSN 9215-0365.

17. Khulkar Khalbekova. Polyphenols of the Hyperhalophyte *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. and Antioxidant Activity// American Journal of Plant Sciences, 2023. – №14. – Pp. 653-661 (03.00.00; №2).

18. Khulkar Khalbekova, Jamoliddin Ziyavitdinov. Biotechnological Assessment of *Suaeda arcuate* under *in vitro* conditions// Advances in Bioscience and Biotechnology. – №14. – Pp. 359-367. – USA, 2023. (ResearchGate, №40).

19. Khalbekova H.U. Amino acid composition of species of the genus *Atriplex* L. growing in the Aral Sea (Uzbekistan)// VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection. – Volume 411. 2023. – Pp. 1-5. (№3 Scopus, IF 0,71). eISSN: 2267-1242.

20. Khalbekova X.U. Carbohydrate Composition at Different Salt Concentrations of Halophytes of the Chenopodiaceae Family// European Chemistry Bulletin. – Hungary, 2023. – № 12 (S3), – Pp. 2774–2783. (ResearchGate, №40). ISSN: 20635346.

21. Khulkar Khalbekova. Adaptive and viable characteristics of microclonal seedlings of hyperhalophyte of *Suaeda arcuate* under *in vitro* conditions// III International Conference on Agriculture, Earth Remote Sensing and Environment. – Volume 539. 2024. – Pp. 1-7. (№3 Scopus, IF 0,71). eISSN: 2267-1242.

22. Khulkar Khalbekova, Shohista Toshmuhamedova, Tanzila Majidova, Muxtasam Boratova, and Azamat Fozilov. Biochemical processes of *Suaeda arcuate* under *in vitro* conditions// III International Conference on Agriculture, Earth Remote Sensing and Environment. – Volume 539. 2024. – Pp. 1-7. (№3 Scopus, IF 0,71). eISSN: 2267-1242.

23. Халбекова Х.У., Ташмухамедова Ш.С. Получение асептических проростков условий *in vitro* галофитов, относящихся к семейству Chenopodiaceae// Вестник Хорезмской академии Маъмуна. – Хива, 2025. – №1/1. – С. 83-88. (03.00.00. № 12).

II bo'lim (II часть; Part II)

24. Халбекова Х.У. Морфобиологические особенности цветка *Kalidium caspicum*// Материалы Республиканской научной конференции: Современные проблемы структурной ботаники. – Ташкент, 2010. – С. 155-158.

24. Matyunina T.E., Khalbekova X.U. Structure of flower of Desert Annual Halophytes (*Chenopodiaceae*) related to fruit heterocarpy// Desert technology X: The 1st international conference on arid land. – Japan, 2011. – Pp. 73.

25. Халбекова Х.У. Структурная адаптация некоторых галофитов семейства *Chenopodiaceae* к аридным условиям Узбекистана// Материалы Республиканской научно-практической конференции посвященной 20-летию Независимости Республики Узбекистан. – Нукус, 2011. – С. 41-42.

26. Халбекова Х.У., Юсупова Д.М., Матюнина Т.Е. Структура и биология цветка галофитов разных жизненных форм// Материалы Всероссийской научной конференции. – Киров, 2011. – С. 212-216.

27. Халбекова Х.У. Галоморфные признаки генеративных органах *Salsola dendroides* (*Chenopodiaceae*)// Биология наука XXI века: 16 Международная Пушинская школа-конференция молодых ученых. – Пушкино, 2012. – С. 391.

28. Matyunina T.E., Toderich K.N., Hamraeva D., Khalbekova X.U., Yusupova D.M. Evolutionary adaptations of floral traits related to pollination system in *Chenopodiaceae*// International Symposium on Core Caryophyllales: New Insights into the Phylogeny, Systematics and Morphological Evolution of the Order. Moscow State University, Department of Higher Plants. - Moscow, 2012. - Pp. 102-108.

29. Халбекова Х.У. Семенная продуктивность некоторых фитомелиорантов Мирзачуля (Узбекистан)// Международная школа-конференция молодых ученых: Биосистема: от теории к практике. – Пушкино, 2012. – С. 72.

30. Халбекова Х.У., Матюнина Т.Е., Хамраева Д.Т., Юсупова Д.М. Морфологические структуры цветка и эмбриологические признаки обеспечивающие поликомпонентность системы опыления у видов семейства *Chenopodiaceae* Vent// IV Международная школа для молодых ученых: Эмбриология, генетика и биотехнология. - Пермь, 2012. – С. 243-247.

31. Халбекова Х.У. Особенностей репродуктивной биологии некоторых галофитов трибы *Salicorniae* семейства *Chenopodiaceae* Vent в условиях Узбекистана// Материалы IV международной школы для молодых ученых: Эмбриология, генетика и биотехнология. – Пермь, 2012. – С. 170-177.

32. Халбекова Х.У. Морфология цветка некоторых видов р. *Atriplex* L. //Биосистема: от теории к практике. – Пушкино, 2013. – С. 572.

33. Халбекова Х.У., Эркаева О. Морфология и анатомия диморфных семян *Salicornia europaea* L.// Сборник статей республиканской научно-практической конференции: Факторы повышения качества и урожайности продукции для развития садоводства и виноградарства в Республике. – Ташкент, 2015. – С. 155-157.

34. Халбекова Х.У. Особенности развития мужского гаметофита некоторых гипергаллофитов семейства *Chenopodiaceae*// Сборник статей республиканской научно-практической конференции: Факторы повышения качества и урожайности продукции для развития садоводства и виноградарства в Республике. – Ташкент, 2015. – С. 158-161.

35. Халбекова Х.У. Семенная продуктивность некоторых фитомелирантов Мирзачуля //Биологический и структурно-функциональные основы изучения биоразнообразия Узбекистана Республиканской научной конференции. – Ташкент, 2015. – С. 339-341.

36. Халбекова Х.У. Морфология и биология диморфных цветов *Atriplex auseri* *A. micrantha*//Биологический и структурно-функциональные основы изучения биоразнообразия Узбекистана Республиканской научной конференции. – Ташкент, 2015. – С. 337-339.

37. Халбекова Х.У., Кодиров У.Х., Есемуратова Р.Х. Особенности размещения на сеточную карту эндемичных видов Узбекистана//Materiály XV Mezinárodní vědecko - praktická konference 22 - 30 srpna 2019 r. ISBN 978-966-8736-05-6. – Praha. – Pp. 53-55.

38. Nikitina E.V., Khalbekova X.U., Karimov F.I., Esemuratova R.X. Strategies to produce selectable marker-free high plants// International Journal of Bio-Science and Bio-Technology (IJBSBT). ISSN: 2233-7849. – Volume, 11. – Issue 9. 2019. – Pp. 144-156.

39. Халбекова Х.У. Адаптивные признаки репродуктивных органов некоторых фитомелиорантов семейства *Chenopodiaceae*// Сборник международной научно-практической конференции: Биоразнообразие декоративных цветов Узбекистана: проблемы и достижения. – Наманган, 2019. – С. 127-130.

40. Sherimbetov S.G., Khalbekova X.U. Research of reproductive structure reactions to different change of environmental factors// Abstracts of I International Scientific and Practical Conference Toronto. – Canada, 2020. – Pp. 95-99.

41. Sherimbetov S.G., Xalbekova X.U. Janubiy Orol dengizi atrofida tarqalgan *Salsola richteri* turning kimyoviy elementlar tahlili// Respublika 19-ko‘p tarmoqli ilmiy masofaviy onlayn konferentsiya materiallari. – Toshkent, 2020. 22-23 betlar.

42. Sanjar Sherimbetov, Hulkar Khalbekova, Guzal Amanova. Taxonomical and chemical elements in plants of the Aral Sea// International a virtual symposium: Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. – Tashkent, 2020. – P. 37-38.

43. Sherimbetov S., Khalbekova Kh., Ergasheva I. Biochemical analysis of some plant species of Aralkum // The collection of papers in the international scientific and technical conference: Actual Problems of Innovative Technologies in the Development of Chemical, Petroleum-Gas and the Food-Processing Industries. – Tashkent, 2021. – Pp. 94-95.

44. Xalbekova X.U. *Chenopodiaceae* oilasiga mansub istiqbolli dorivor turlarning *in vitro* usulida ko‘paytirish tajribalari// Respublika ilmiy-texnikaviy

anjumani maqolalar to'plami: Biotexnologiyada ta'lim, fan va sanoat integratsiyasi. – Toshkent, 2022. 371-374 betlar.

45. Халбекова Х.У. Способ стерилизации эксплантов *Climacoptera longistylosa* на этапе введения в культуру *in vitro*// Сборник материалов республиканской научно-технической конференции: Интеграция образования, науки и производства в биотехнологии. – Ташкент, 2022. – С. 379-382.

46. Халбекова Х.У. Действие засоления на содержание углеводов галофитов семейства *Chenopodiaceae*// Материалы Республиканской научно-практической конференции: Гидрологические и гидроэкологические проблемы Южного Приаралья: настоящее и будущее. – Нукус, 2023. – С.88-90.

47. Khalbekova X.U. Amino acid composition of species of the genus *Atriplex L.*// International Scientific Conference: Actual Problems of the Chemistry of Natural Compounds Dedicated to the 80th Anniversary of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. – Tashkent, 2023. – Pp. 169.

48. Халбекова Х.У., Насырова Г.Б., Холмуратов Э.Г., Зиявитдинов Ж.Ф. Изучение особенностей биохимических процессов при культивировании *Climacoptera intricata* в условиях засоления// Сборник трудов международной научной конференции: Актуальные проблемы развития биоорганической химии. - Ташкент, 2023. – С. 394-397.

49. Khalbekova Kh.U., Ziyavitdinov J.F. Vitamin composition of *Suaeda arcuate* under *in vitro* conditions// Сборник трудов международной научной конференции: Актуальные проблемы развития биоорганической химии. - Ташкент, 2023. – С. 402-404.

50. Khalbekova Kh.U. Carbohydrate composition at different salt concentrations of halophytes under *in vitro* conditions//International Scientific Conference: On Environmental impacts of the dessication of the Aral Sea. – Tashkent, 2024. – Pp. 577-582.

51. Khalbekova Kh.U., Toshmuhamedova Sh.S. Biotechnology characteristics of *Suaeda arcuate* growing in the Aral sea// Collection of materials from the international scientific and practical conference: Life sciences for the sustainable future. – Tashkent, 2024. – Pp. 536-537.

52. Халбекова Х.У., Хошимова З.С., Насирова Г.Б., Зиявитдинов Ж.Ф. Действие полифенолов *Halocnemum strobilaceum* на культуру клеток HeLa// Международная научная конференция: Актуальные проблемы развития биоорганической химии посвящается 80-летию со дня рождения академика Шавкат Исмаиловича Салихова 12–13 декабря, 2024. Ташкент, 2024. – С. 132-133.

53. Khalbekova H.U. Features of biochemical processes of some halophytes growing in the Aral sea//World Congress on & Recycling and Waste Management Climate Change and Environmental Sustainability. – Rome, Italy, 2024. – Pp. 60-61.

Avtoreferat «O‘zbekiston biologiya jurnali» tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va uning o‘zbek, rus va ingliz tili matnlari mos keladi.

Bosishga ruxsat etildi: 2025-yil 7-iyun.
Bichimi: 60x84^{1/16} «Times New Roman»
Garniturada raqamli bosmaxona usulida bosildi.
Sifatli bosma tabog‘i 4.0 Adadi 100. Buyurtma: № 130

“Innovatsion rivojlanish nashriot-matbaa uyi” davlat unitar korxonasi
bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: 100174, Toshkent sh., Talabalar ko‘chasi, 96/1-uy.
Telefonlar (+998)97-705-90-35, (+998)99-920-90-35