

**MIKROBIOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.02/30.12.2019. B.38.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

ALIKULOV BEGALI SAYDULLAYEVICH

**AYRIM GALOFITLARNING GALOTOLERANT BAKTERIYALARI:
XUSUSIYATLARI, XILMA-XILLIGI VA AHAMIYATI**

03.00.04-Mikrobiologiya va virusologiya

**Biologiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent shahri – 2025 yil

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Alikulov Begali Saydullayevich

Ayrim galofitlarning galotolerant bakteriyalari: xususiyatlari, xilma-xilligi va ahamiyati..... 3

Аликулов Бегали Сайдуллаевич

Галотолерантные бактерии некоторых галофитов: свойства, разнообразие и значение..... 29

Alikulov Begali Saydullayevich

Halotolerant bacteria of some halophytes: properties, diversity and importance..... 55

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

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

**MIKROBIOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/30.12.2019. B.38.01
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

ALIKULOV BEGALI SAYDULLAYEVICH

**AYRIM GALOFITLARNING GALOTOLERANT BAKTERIYALARI:
XUSUSIYATLARI, XILMA-XILLIGI VA AHAMIYATI**

03.00.04-Mikrobiologiya va virusologiya

**Biologiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent shahri – 2025 yil

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, Fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyada B2025.2.DSc/B13 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (info-microbio@academy.uz) hamda «ZiyoNet» axborot-ta'lim portali (www.ziynet.uz) manzillariga joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Ismailov Zafar Fayzullayevich
biologiya fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Shakirov Zoir Soatovich
biologiya fanlari doktori, professor

Tashpulatov Javlon Jamondinovich
biologiya fanlari doktori

Sasmakov Sobirjon Anarmatovich
biologiya fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

O'zbekiston Milliy unjversiteti

Dissertatsiya himoyasi Mikrobiologiya instituti huzuridagi DSc.02/30.12.2019.B.38.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil «27» noyabr soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'ladi (Manzil: 100128, Toshkent shahar, Shayxontoxur tumani, A.Qodiriy ko'chasi, 7B uy, Mikrobiologiya instituti konferensiya zalida). Tel.: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, faks: (+99871) 241-92-71, e-mail: info-microbio@academy.uz.

Dissertatsiya bilan Mikrobiologiya instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin. (... raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100128, Toshkent shahar, Shayxontoxur tumani, A.Qodiriy ko'chasi, 7B uy, Mikrobiologiya instituti ma'muriy binosi, 5-qavat, kutubxona). Tel.: (+99871)241-92-28.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «13» noyabrda tarqatildi.

(2025-yil «13» noyabrdagi №8 raqamli reyestr bayonnomasi)



Aripov Taxir Fatixovich

Aripov Taxir Fatixovich
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi,
b.f.d., professor, akademik

Jo'rayeva Roxila Nazarovna

Jo'rayeva Roxila Nazarovna
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
ilmiy kotibi, b.f.n., katta ilmiy xodim

Gulyamova Toshxon Gafurovna

Gulyamova Toshxon Gafurovna
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, b.f.d., professor

KIRISH (fan doktori (Dsc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertasiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Bugungi kunda dunyoning bir mlrd gektardan kamroq hududi birlamchi, 77 mln gektardan ortiq hududi ikkilamchi sho‘rlanishga uchragan, ikkilamchi sho‘rlangan hududlarning 58 % sug‘oriladigan maydonlardir¹. Sho‘rlanishga uchragan hududlarning kengayishi madaniy ekinlardan olinadigan hosilning kamayishiga, natijada aholining oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabining yetarli darajada ta‘minlanmasligiga olib kelmoqda. Holat qishloq xo‘jaligi ekinlarining stress omillarga chidamliligini oshirishda, jumladan, sho‘rlanish sharoitlarida o‘sib-rivojlanishini ta‘minlashda innovasion tendensiyalar asosida samarador texnologiyalarni ishlab chiqish va qo‘llashni taqozo etmoqda. Bu borada, istiqbolli endofit bakteriyalarning yangi manbai sifatida sho‘rlangan hududlarda keng tarqalgan galofitlarni tadqiq etish, ulardan bakteriyalarni ajratish, biologik xususiyatlari va xilma-xilligini aniqlash muhim ahamiyatga ega.

Jahonda turli stress omillar ta‘siriga uchragan hududlar dehqonchiligini yuritishda o‘simlik mikroorganizmlari faoliyatiga asoslangan vositalardan foydalanishni rivojlantirish bo‘yicha izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, amaliyotda qo‘llashga raqobatbardosh vositalar taqdim etish uchun sho‘rlangan hududlarda keng tarqalgan va iqtisodiyot tarmoqlarida maqsadli qo‘llanilmaydigan galofit o‘simliklar endofit bakteriyalarini chuqur tadqiq etish muhim vazifalardan hisoblanadi. Galofitlarning endofit bakteriyalarining rag‘batlantiruvchi xususiyatlari ta‘siri natijasida qishloq xo‘jaligi ekinlarining sho‘rlanishga chidamliligi va hosildorligini oshirishda ulardan endofit bakteriyalarni ajratish, stress omillar ta‘siriga bardoshli izolyatlarni tanlash, bakteriyalarni identifikatsiyalash, endofit bakteriyalarning fiziologo-biokimyoviy va qishloq xo‘jalik ekinlari rivojlanishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarini tahlil qilish kabi yo‘nalishlar bo‘yicha ilmiy yechimlarni asoslash muhim ilmiy hamda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda aholini oziq-ovqat mahsulotlari bilan barqaror ta‘minlashda, qishloq xo‘jalik sohasini rivojlantirish uchun turli darajada sho‘rlangan maydonlarda madaniy o‘simliklarni yetishtirish va hosildorligini oshirishda samarador rag‘batlantiruvchi vositalardan foydalanishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Bu borada, jumladan, respublikamizning sho‘rlangan hududlarida g‘o‘za, bug‘doy va boshqa ekinlarni yetishtirishda kimyoviy hamda organik vositalardan samarali foydalanish borasida muayyan natijalarga erishilmoqda. Yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot strategiyasida² «... qishloq xo‘jaligini ilmiy asosda intensiv rivojlantirish» bo‘yicha maqsad va vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirish, jumladan, ayrim galofitlarni qishloq xo‘jaligi ekinlarining rivojlanishiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatuvchi endofit bakteriyalarning yangi manbai sifatida tadqiq etish, tuproqning sho‘rlanish sharoitida yashashga moslashgan endofit bakteriyalar istiqbolli shtammlarining imkoniyatlarini aniqlash

¹<https://wad.jrc.ec.europa.eu/soilsalination#:~:text=Saline%20soils%20Classified%20as%20Solonchaks>

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni

va ulardan amaliyotda foydalanish bo'yicha texnologiyalar ishlab chiqish hamda joriy qilish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli «2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi va 2019-yil 23-oktyabrdagi PF-5853-sonli "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmonlari, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 25-noyabrdagi PQ-4899-sonli "Biotexnologiyalarni rivojlantirish va mamlakatning biologik xavfsizligini ta'minlash tizimini takomillashtirish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar to'g'risida"gi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertasiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo'nalishlariga mos kelishi. Mazkur dissertasiya tadqiqoti respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. "Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi" ustuvor yo'nalishiga mos ravishda bajarilgan.

Dissertasiya mavzusi bo'yicha xalqaro ilmiy tadqiqotlar sharhi³. O'simliklarning stress omillarga chidamligigi va hosildorligini oshirishda mikroorganizmlar, xususan, ekstremofil endofit bakteriyalar faoliyatidan foydalanishga yo'naltirilgan ilmiy izlanishlar, endofit bakteriyalarni ajratish va identifikasiyalash, ularning o'simliklarni rag'batlantiruvchi va bionazoratlik xususiyatlarini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta'lim muassasalari, jumladan, Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (Germaniya), The Dargan Research Centre, Institute of Technology Carlow (Irlandiya), Centre of Microbial and Plant Genetics (Belgiya), Instituto de Investigaciones Químicas Biológicas (Meksika), Universidad de Cadiz (Ispaniya), Agri Ibrahim Cecen University (Turkiya), Al-Azhar University (Misr), University of Bejaia (Tunis), Mahatma Gandhi University (Hindiston), Maharshi Dayanand University (Hindiston), Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology (Xitoy), Kyungpook National University (Janubiy Koreya), Central South University of Forestry and Technology (Xitoy), Russian Academy of Agricultural Sciences (Rossiya), Mikrobiologiya instituti (O'zbekiston) va O'zbekiston Milliy universiteti (O'zbekiston) da olib borilmoqda.

Iqtisodiyot tarmoqlari, xususan, qishloq xo'jaligi sohasini yanada rivojlantirishda istiqbolli shtammlar manbayi sifatida endofit bakteriyalarni tadqiq etishga oid jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida, jumladan, quyidagi ilmiy natijalar olingan: endofit bakteriyalarning sho'rlangan tuproqlarda qishloq xo'jalik ekinlarining kasalliklarga chidamliligini oshirish xususiyatiga egaligi asoslangan (Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research, Germaniya; Russian Academy of Agricultural Sciences, Rossiya; O'zbekiston Milliy universiteti,

³Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharhi <https://www.sciencedirect.com/browse/journals>, <https://www.researchgate.net/publication>, <https://www.scopus.com/sources.uri?zone=TopNavBar&origin=searchbasic>, <https://www.elsevier.com/search-results?labels=journals>, <https://www.search.ebscohost.com>, <https://www.sci-hub.cc> va boshqa ilmiy manbalar asosida ishlab chiqilgan.

O‘zbekiston); endofit bakteriyalarning o‘simliklar rivojlanishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlari va mexanizmlari aniqlangan (The Dargan Research Centre, Institute of Technology Carlow, Irlandiya; Mahatma Gandhi University, Hindiston; Instituto de Investigaciones Quimico Biologicas, Meksika); bir qator o‘simliklardan ajratib olingan endofit bakteriyalar taksonomik jihatdan tavsiflangan (Centre of Microbial and Plant Genetics, Belgiya; Kyungpook National University, Janubiy Koreya; Maharshi Dayanand University, Hindiston); endofit bakteriyalarning antibakterial xususiyatlari aniqlanib, shtammlarning fitopatogenlarga qarshi samaradorligi isbotlangan (Central South University of Forestry and Technology, Xitoy; Mikrobiologiya instituti, O‘zbekiston); endofit bakteriyalar shtammlarining ayrim yuqumli o‘simlik kasalliklariga qarshi bionazoratlik xususiyatlari tavsiflangan (Agri Ibrahim Cecen University, Turkiya; Universidad de Cadiz, Ispaniya; Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Xitoy).

Dunyoda o‘simliklar endofit bakteriyalarining xilma-xilligi va xususiyatlarini aniqlash bo‘yicha bir qator, jumladan, quyidagi ustuvor yo‘nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: endofit bakteriyalarning istiqbolli shtammlarini ajratish va identifikatsiyalash; endofitlar va xo‘jayin-o‘simliklar o‘zaro ta‘sirining mexanizmlarini aniqlash; turli stress omillar ta‘siridagi hududlar dehqonchiligida endofitlar faoliyatiga asoslangan vositalarni qo‘llash; endofitlarning o‘simliklar o‘sishi va rivojlanishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarini aniqlash hamda ularning imkoniyatlarini baholash.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. O‘simliklarning galotolerant endofit bakteriyalarining biologiyasi va potensialini baholash bo‘yicha tadqiqotlar mikrobiologiya hamda biotexnologiya fanining nisbatan yangi, zamonaviy yo‘nalishi hisoblanadi. Bir qator xorijiy ilmiy manbalarda mualliflar tomonidan, galofit o‘simliklar potentsiali (Ksouri va boshq., 2012; Hasanuzzamon va boshq., 2014; Jesus va boshq., 2015; Akinshina va boshq., 2016), galofit o‘simliklarning sho‘rlanish va boshqa stresslarga moslanish mexanizmlari (Shabala, 2011; Zhang va boshq., 2013; Uzilday va boshq., 2014; Joshi va boshq., 2015; Slama va boshq., 2015), sho‘rlanish muhitida yashash uchun galofil bakteriyalar tomonidan foydalaniladigan mexanizmlar (Sandhya va boshq., 2010; Jacob va boshq., 2012; Qin va boshq., 2016), rizo- va endofit bakteriyalarning stress omillar ta‘siridagi maydonlarda qishloq xo‘jalik ekinlari o‘sishini yaxshilash mexanizmlari (Arora va boshq., 2006, 2012; Dood, 2012; Timmusk va boshq., 2014; Khan va boshq., 2016; Etesami va boshq., 2017) va endofit bakteriyalar faoliyatiga asoslangan biostimulyatorlar hamda mikroorganizmlar preparatlari (Tadros, 2013; Rhuphael va boshq., 2015; Feorentino va boshq., 2018) to‘g‘risidagi ma‘lumotlar qayd etilgan. Ushbu ma‘lumotlar, O‘zbekistondagi ayrim galofit o‘simliklar ekstremofil endofit bakteriyalarning yuqori potensialga ega bo‘lgan istiqbolli manbalari ekanligini ko‘rsatadi.

Mamlakatimizda o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida turli o‘simliklardan rizo- va endobakteriyalar ajratib olingan, ularning morfologo-kultural, fiziologo-biokimyoviy xususiyatlari o‘rganilgan (D. Egamberdiyeva, 2007; Q. Davranov, 2008, 2013; Z. Axmedova, 2008; R. Jurayeva, 2011; G. Jumaniyozova, 2012; Sh. Axanbayev, 2024), faol shtammlarni o‘stirishning optimal sharoitlari tanlangan, rizo- va endobakteriyalar faoliyatiga asoslangan mikroorganizmlar preparatlari yaratilgan

hamda shoʻrlanish, qirgʻoqchilik stressi taʼsiridagi mintaqalarda amaliyotga joriy etilib, ayrim qishloq xoʻjalik ekinlari oʻsishini yaxshilashi asoslab berilgan (V. Shurigin, 2016; X. Narbayeva, 2016; S. Murodova, 2018), har xil biotoplarda tarqalgan oʻsimliklarning endofit zamburugʻlarining tarqalishi, xilma-xilligi va xususiyatlari aniqlangan (T. Gulyamova, L. Abdulmyanova, D. Ruziyeva, 2018, 2022), ayrim shoʻrga chidamli oʻsimliklar rizosferasining biotexnologik potensialga ega boʻlgan galotolerant va termotolerant bakteriyalari ajratib olingan hamda oʻrganilgan (R. Jurayeva, 2011). Oʻzbekiston, shu jumladan, uning janubiy-gʻarbiy mintaqalaridagi iqlimning keskin oʻzgaruvchanligi, stress omillarning keng miqyosidagi taʼsiri ushbu hududlar florasidagi galofitlarda galotolerant endofitlar jamoalari xilma-xilligini oshirganlik ehtimoli yuqori. Biroq, ilmiy manbalarda galofit oʻsimliklardagi galotolerant endofit bakteriyalarning xilma-xilligi, ularning mikrobiologik tavsifi, biokimyoviy va boshqa samarali xususiyatlari hamda istiqbolli mikroorganizmlar uchun manba sifatida foydalanish imkoniyatlari toʻgʻrisidagi maʼlumotlar amalda kam uchramoqda. Mazkur holar bu borada chuqur fundamental tadqiqotlar olib borilmaganligini koʻrsatadi. Shu bois, qishloq xoʻjaligining shoʻrlangan maydonlarida ekinlarning oʻsishini ragʻbatlantiruvchi istiqbolli manba sifatida - ayrim galofitlarning galotolerant endofit bakteriyalarini ajratish, identifikatsiyalash va ularning biotexnologik potensialini baholash nafaqat fundamental balki muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Dissertasiya mavzusining dissertasiya bajarilgan oliy taʼlim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bogʻliqligi. Dissertasiya tadqiqoti Samarqand davlat universiteti Genetika va biotexnologiya kafedrasining 2018-2022 yillarga moʻljallangan “Zarafshon vohasi tirik tabiati genofondi asosida biotexnologik potensialini tadqiq etish” mavzusidagi ilmiy tadqiqot ishlari rejasi hamda OʻzR FA Mikrobiologiya institutining A-FA-2021-428 “Hozirgi Orol va Orolboʻyi hududi mikroorganizmlari: xilma-xilligi, xususiyatlari va biotexnologik istiqbollari” (2021-2024) mavzusidagi fundamental loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Oʻzbekistonda tarqalgan ayrim galofitlardan galotolerant endofit bakteriyalarini ajratish, biologik xususiyatlarini aniqlash, xilma-xilligini baholash va amaliyotda qoʻllashdagi ahamiyatini ochib berishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:

galofitlardan endofit bakteriyalarni ajratish, ularni turli konsentratsiyali NaCl saqlagan oziqa muhitda oʻstirish orqali galotolerant izolyatlarni tanlash;

galotolerant izolyatlarni patogenlarga qarshi antagonistik xususiyatlari va oʻzaro taʼsir munosabati boʻyicha skrining qilish, ularning oʻsishiga haroratning taʼsirini baholash;

oʻsimliklar oʻsishini ragʻbatlantiruvchi (ISK, ASK-deaminaza va siderofor sintezlash, N₂ fiksatsiyalash, fosfat eritish, urugʻlar unuvchanligini stimullash) va fiziologo-biokimyoviy xususiyatlariga koʻra taqqoslash orqali istiqbolli izolyatlarni tanlash;

16S rRNK genining sekvensi asosida istiqbolli izolyatlarni identifikatsiyalash va sistematik oʻrnini belgilash;

vegetatsion va dala tajribalarida bakterial suspenziya bilan ishlov berishning qishloq xoʻjalik ekinlari ayrim biometrik koʻrsatkichlariga taʼsirini baholash orqali faol shtammlarni tanlash;

faol shtammlar o‘stiriladigan ozuqa muhitini optimallashtirish, ularning faoliyatiga asoslangan mikroba preparatini tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotda foydalanish orqali galotolerant bakteriyalarning ahamiyatini ochib berish.

Tadqiqot obyekti sifatida qora saksovul - *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Iljin (ayrim manbalarda *Haloxylon ammodendron* (C.A.Mey.) Bunge ex Fenzl), sarsazan – *Halocnemum strobilaceum* (Pall) Bieb va qorabaroq – *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch (ayrim manbalarda *Halostachys caspica* (M.Bieb.) C.A.Mey). o‘simliklarining galotolerant endofit bakteriyalari olingan.

Tadqiqot predmetini ayrim galofitlardan ajratilgan galotolerant endofit bakteriyalarining xilma-xilligi, biologik xususiyatlari va amaliyotda qo‘llash imkoniyatlari tashkil etgan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotlarda mikrobiologik, biotexnologik, molekulyar-genetik, biokimyoviy, fiziologik, agrotexnologik, agrokimyoviy, toksikologik va statistik usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Haloxylon aphyllum, *Halocnemum strobilaceum* va *Halostachys belangeriana* o‘simliklaridan 10% NaCl li ozuqada o‘stirish orqali 65 ta galotolerant bakterial izolyatlar ajratib olingan, ularning orasida 15 tasida fitopatogen zamburug‘lar (*F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*) va shartli patogen bakteriyalar (*E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*)ga nisbatan antagonistik faolligi yuqori bo‘lishi aniqlangan;

morfo-kultural tavsiflash va molekulyar-genetik tahlillar *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* va *H. belangeriana* larda galotolerant endofit bakteriyalarning 3 ta sinf, 3 ta tartib, 4 ta oila hamda 5 turkumga mansub 13 ta turi uchrashini ko‘rsatgan, ushbu o‘simliklar mikrobiotasida *Isopterocola halotolerans* va *Bacillus endophyticus* turlari uchrashi ilk bor aniqlangan, natijada o‘simliklar galotolerant endofit bakteriyalarining taksonomik tarkibi hamda xilma-xilligi bo‘yicha ma’lumotlar to‘ldirilgan;

stressli sharoitda *Bacillus amyloliquefaciens* HAPH2 (77,8±4,4 mkg/ml) va *Bacillus subtilis* SSU16 (73,2±3,2 mkg/ml) shtammlarida ISK hosil qilish, *Bacillus pumilus* SSU4 (65,7±3,0 mkg/ml) shtammida fosfat eritish, *Pseudomonas chlororaphis* HAST17 (8,8±0,7 mkg/ml) shtammida siderofor hosil qilish, *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *Planomicrobium soli* HAPH15, *P. chlororaphis* HAST17, *B. pumilus* SSU4, *Bacillus endophyticus* SSU7 shtammlarida ASK-deaminaza va N₂ fiksatsiyalash hamda urug‘lar unuvchanligini stimullash xususiyatlari boshqa shtamlarga nisbatan 1,7-8,2 baravar yuqori bo‘lishi asoslangan;

g‘o‘za, bug‘doy va bodring ustida olib borilgan vegetatsion hamda dala tajribalarida *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlari suspenziyasi bilan urug‘ga ishlov berish sho‘rlanish sharoitida ekin turiga qarab ildiz rivojlanishini 16% gacha, maysa shakllanishini 22% gacha yaxshilashi, mahsuldor poya soni va diametri, ildiz massasi kabi hosildorlikni belgilaydigan biometrik ko‘rsatkichlarga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi isbotlangan;

B. amyloliquefaciens HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlari 3-metil-1-butanol, butanol-1, atsetofenon, tetrametilpirazin kabi

ikkilamchi metabolitlar hosil qilish orqali fitopatogenlarga nisbatan antagonistik faollik namoyon qilish va stressli sharoitda o'simliklar o'sishini stimullashi asoslanib, ushbu shtammlarning bakterial kulturasi suspenziyasining hayvonlarga nisbatan toksik ta'sir ega emasligi aniqlangan;

galotolerant bakteriyalar faol shtammlarini o'stirish uchun xashaki lavlagi ekstrakti (15 g/l), yomg'ir chuvalchanggi uni (15 g/l) va pivo achitqisi (5 g/l) dan iborat ozuqa muhiti tarkibi tanlangan, *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlari faoliyatiga asoslangan "SB Shukrona" suyuq mikroba preparatini ishlab chiqish texnologiyasi yaratilgan va mazkur preparatni qo'llash orqali ekin turiga qarab 12,9%-16,8% samaradorlikka erishish mumkinligi asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

H. aphyllum, *H. strobilaceum* va *H. belangeriana* o'simliklaridan ajratilgan galotolerant bakteriyalarning o'sishi va mahsuldorligiga ta'sir qiluvchi omillar aniqlangan, istiqbolli shtammlar uchun faollik yuqori darajada saqlanadigan sharoitlar tanlangan;

Bacillus amyloliquefaciens HAPH2, *Pseudomonas chlororaphis* HAST17 va *Bacillus pumilus* SSU4 shtammlari asosida "SB Shukrona" biopreparatini tayyorlash va qo'llashning texnikaviy shartlari bo'yicha O'zbekiston Milliy standarti (O'zMSSt 92110001:2024) ishlab chiqilgan;

g'o'za, bug'doy va bodringning sho'rlanish stressiga chidamliligini oshiruvchi "SB Shukrona" biopreparatining tajriba-sinov namunalari ishlab chiqilgan;

Tadqiqotning natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tajribalarda olingan natijalarning zamonaviy tadqiqot usullari yordamida olinganligi va ularning nazariy ma'lumotlarga mos kelishi, eksperimental ma'lumotlarning Origin Pro dasturi yordamida, kamida 3-qaytariqli tajribalar arifmetik o'rtachalarining $p \leq 0,05$ qiymatidagi statistik ishonchlilik darajasida sarhisob qilinganligi, dissertasiya natijalarining xorijiy yuqori impakt-faktorli, Scopus ma'lumotlar bazasidagi nufuzli ilmiy jurnallarda chop etilganligi va amaliyotga joriy etilganligining vakolatli davlat tashkilotlari tomonidan tasdiqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati galofit o'simliklardan ekstremofil endofit bakteriyalarning ajratib olinganligi, izolyatlar orasidan istiqbolli shtammlarning tanlanganligi va zamonaviy usullar yordamida identifikasiyalanganligi, istiqbolli shtammlarining o'simliklar rivojlanishini rag'batlantiruvchi xususiyatlari aniqlanganligi, shtammlarni o'stirishning optimal sharoitlarini asoslanganligi, galofitlar endofit bakteriyalarining sho'rlanish sharoitida o'simliklar rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, hosildorlikni oshirish imkoniyatiga ega ekanligining isbotlab berilganligi, natijalarning biotexnologiya, mikrobiologiya va agrar sohaning nazariy qismini to'ldirganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati sho'rlangan maydonlar dehqonchiligida fermer xo'jaliklari va klasterlar ishlab chiqarish hajmini oshirish va jadal rivojlantirish maqsadida, sho'rlangan sharoitda samarali faoliyatga ega galofitlarning endofit bakteriya shtammlaridan tashkil topgan "SB Shukrona" biopreparatining Buxoro, Toshkent va Surxondaryo viloyatlarining sho'rlangan

hamda qurg'oqchil hududlarida qishloq xo'jaligi amaliyotiga joriy etilganligi bilan asoslanadi. Mazkur preparatdan foydalanish sho'rlangan va qurg'oqchil maydonlarda g'o'za va bug'doy yetishtirish texnologiyasini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning natijalarining joriy qilinishi. O'zbekistonda tarqalgan ayrim galofitlardan galotolerant endofit bakteriyalarni ajratish, biologik xususiyatlarini aniqlash, xilma-xilligini baholash va amaliyotda qo'llashdagi ahamiyatini ochib berish yuzasidan olingan ilmiy natijalar asosida:

galofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalarning 15 ta istiqbolli shtammlari 16S rRNK geni nukleotidlar ketma-ketligi National Center for Biotechnology Information (NCBI) ma'lumotlar bazasida MZ443975.1 (*Bacillus amyloliquefaciens* HAPH2), MZ443981.1 (*Bacillus toyonensis* HAPH8), MZ443985.1 (*Isoptericola halotolerans* HAPH12), MZ443988.1 (*Planomicrobium soli* HAPH15), MZ443989.1 (*Pseudomonas kilonensis* HAPH16), OK594050.1 (*Priestia megaterium* HAST2), OK594051.1 (*Priestia aryabhatai* HAST7), OK594052.1 (*Pseudomonas plecoglossicida* HAST9), OK594053.1 (*Pseudomonas putida* HAST10), OK594054.1 (*Pseudomonas chlororaphis* HAST17), OK559720.1 (*Bacillus pumilus* SSU4), OK559721.1 (*Bacillus endophyticus* SSU7), OK559722.1 (*Bacillus subtilis* SSU16), OK559723.1 (*Isoptericola halotolerans* SSU18), OK559724.1 (*Pseudomonas kilonensis* SSU21) raqamlari bilan ro'yxatga kiritilgan (<https://submit.ncbi.nlm.nih.gov/subs/?search=SUB9907630>). Natijada, ma'lumotlar bazasiga kiritilgan endofit bakteriyalar 16S rRNK genini nukleotidlar ketma-ketligi ulardan filogenetik tahlil uchun dunyo miqyosida foydalanish imkonini bergan;

Haloxylon, Halocnemum va Halostachys turkumiga mansub galofit o'simliklardan ajratib olingan galotolerant endofit bakteriyalarning xilma-xilligi va xususiyatlarini baholash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida olingan ma'lumotlardan yuqori impakt-faktorli (IF) 7 ta xorijiy jurnallarda mikroorganizmlarning antifungal va ekinlar o'sishini stimullash xususiyatlarini aniqlash hamda o'simlikda stress omil ta'sirini yumshatishda endofit bakteriyalar ishtirokida amalga oshadigan jarayonlar mexanizmlarini tushuntirishda foydalanilgan: Environmental Science and Pollution Research (2023), IF-6.2, ISSN 1614-7499, (Scopus); Microorganisms (2022), IF-4.6, ISSN 2076-2607, (Scopus); Plants (2022; 2024), IF-4.5, ISSN 2223-7747 (Scopus); AIMS Microbiology (2024), IF-2.7, ISSN 2471-1888, (Scopus); Molecular Biotechnology (2024), IF-2.7, ISSN 1073-6085, (Scopus); Russian Journal of Plant Physiology (2023), IF-1.4, ISSN 16083407, (Scopus). Natijada biologik mexanizmlarni tavsiflash orqali endofit bakteriyalarning xilma-xilligini aniqlash imkonini bergan.

galofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalarining istiqbolli shtammlariga asoslangan mikroob preparati bilan chigitga ekishdan oldin ishlov berib ekish bo'yicha tavsiyalar Buxoro viloyati Romitan tumanidagi "BCT Cluster", Toshkent viloyati Quyi Chirchiq tumanidagi "TCT Cluster" klasterlariga qarashli fermer xo'jaliklarida g'o'za yetishtirish jarayonlariga jami 108 gektar maydonlarga joriy etilgan (O'zbekiston paxta-to'qimachilik klasterlari uyushmasining 2023-yil 27-noyabrdagi 01/22-913 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, chigitni mikroob preparati

bilan bakterizasiyalash g'oz o'sish va rivojlanishini stimullashi orqali sho'rlanish sharoitida g'ozadan gektariga 3,2 sentner qo'shimcha hosil olish imkonini bergan;

bug'doy yetishtirishda urug'ga ekishdan oldin endofit bakteriyalarining istiqbolli shtammlariga asoslangan mikro preparati bilan ishlov berish va NPK miqdorini 20% gacha kamaytirish bo'yicha amaliy tavsiyalar Surxondaryo viloyati Qiziriq tumanidagi "SCT Cluster" klasteriga qarashli fermer xo'jaliklarida jami 84 gektar maydonlarga joriy etilgan (O'zbekiston paxta-to'qimachilik klasterlari uyushmasining 2023-yil 27-noyabrdagi 01/22-913 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, urug'ni mikro preparati bilan bakterizasiyalash bug'doy ildiz shakllanishi va rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, mahsuldor poyalar sonini 14% gacha oshirishi orqali qurg'oqchilik sharoitida bug'doydan gektariga 2,7 sentner qo'shimcha hosil olish, mineral o'g'itlar sarfini 20% gacha kamaytirish imkonini bergan.

galofit o'simliklar endofit bakteriyalari, ularning o'simliklar o'sishini rag'batlantirish xususiyatlariga oid takliflar 60510100-biologiya va 60710200-biotexnologiya ta'lim yo'nalishlarida o'qitiladigan talabalar uchun belgilangan Malaka talabi standartlari mazmuniga singdirilgan (O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Oliy ta'limni rivojlantirish tadqiqotlari va ilg'or texnologiyalarni tatbiq etish markazining 2022-yil 17-noyabrdagi 02/01-01-73 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, malaka talablari mazmuniga singdirilgan ayrim mavzularni o'qitish bo'lajak biolog va biotexnolog mutaxassislarda sohaga oid ko'nikmalarni chuqurroq shakllantirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 17 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertasiya mavzusi bo'yicha jami 40 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestasiya komissiyasining doktorlik dissertasiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 17 ta maqola, jumladan, 9 tasi respublikada, 7 tasi xorijiy jurnallar (6 tasi Scopus va Web of Science bazasidagi jurnallar)da nashr qilingan.

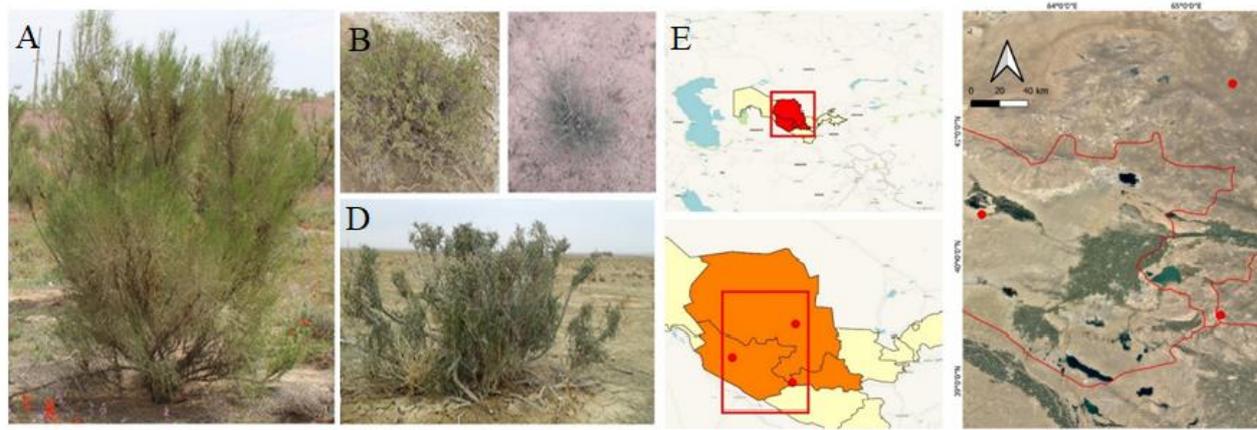
Dissertasiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertasiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertasiyaning hajmi 200 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyligi asoslab berilgan, maqsad va vazifalar, shuningdek, tadqiqotning obyekt va predmeti ifodalangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarini rivojlantirish yo'nalishlariga muvofiqligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinishi, chop etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning “**Galotolerant bakteriyalar biologiyasi, ularning stress omillarga moslanish mexanizmlari va ahamiyati**” deb nomlangan birinchi bobida zamonaviy ilmiy manbalardagi sho‘rlanish muammosi, tasnifi va sho‘rlanish sharoitida o‘simliklarning o‘shini rag‘batlantirishda mikroorganizmlarning ahamiyati, galofitlarning endofit bakteriyalarni ajratib olish uchun yangi manba sifatidagi tavsifi, O‘zbekistondagi yuqori potentsialli ayrim galofitlar, galotolerant bakteriyalar va endofit bakteriyalarining o‘simliklarda sho‘rlanish stressini kamaytirish mexanizmlari bo‘yicha ma‘lumotlar bayon qilingan. Tahlillar asosida galofitlardan endofit bakteriyalarni ajratish, tadqiq etish va potensialini baholashning dolzarbligi ko‘rsatib berilgan.

Dissertatsiyaning “**Galotolerant endofit bakteriyalarni ajratish, o‘stirish, identifikatsiyalash va amaliy ahamiyatini baholash usullari**” deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot obyektlari, namunalar yig‘ilgan va dala tajribalari o‘tkazilgan hududlar tavsifi keltirilgan, tadqiqotda qo‘llanilgan mikrobiologik, biotexnologik, biokimyoviy, genetik, agrotexnologik, agrokimyoviy, toksikologik, fiziologik va statistik usullar bayon qilingan.



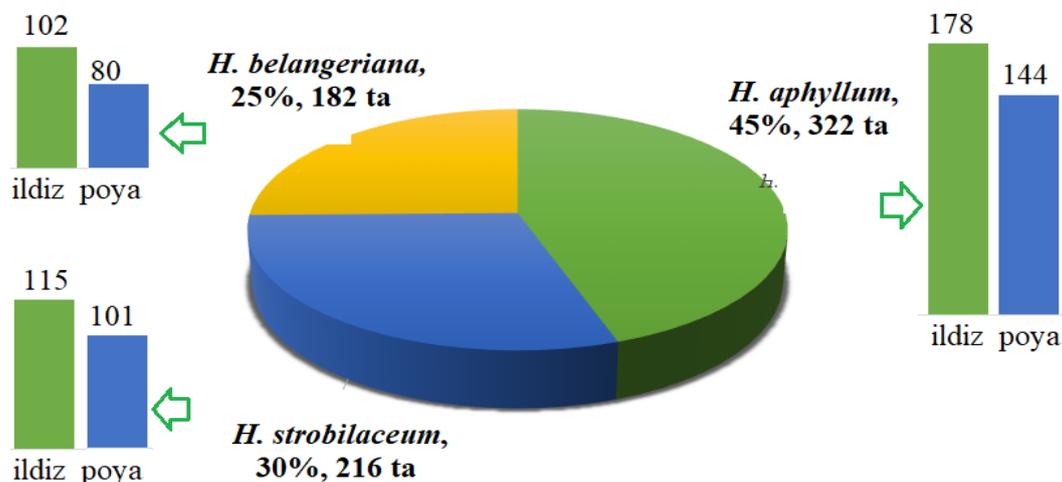
1-rasm. Tadqiqot obyektlari (Bunda: A-*H. aphyllum*; B-*H. strobilaceum*; D-*H. belangeriana*) va namunalar yig‘ilgan hududlar lokatsiyasi (E)

Bakteriyalarni ajratish va o‘stirish, izolyatlarining sho‘rlanish sharoitida o‘shish imkoniyatlarini baholash, izolyatlarning antifungal va antibakterial faolligini, o‘shish tezligiga haroratning ta‘sirini, azot fiksatsiyalash, fosfatni eritish, ISK ishlab chiqarish, siderofor hosil qilish, AKK deaminaza ishlab chiqarish xususiyatlarini aniqlash, bakteriyalarning fiziologo-biokimyoviy xususiyatlarini baholash va ularning ikkilamchi metabolitlarni aniqlash va tavsiflash, tuproqning kimyoviy tarkibini tekshirish, vegetatsion va dala tajribalarini o‘tkazish hamda iqtisodiy samaradorlikni baholash usullari yoritilgan.

Dissertatsiyaning “**Ayrim galofitlardan ajratib olingan galotolerant endofit bakteriyalarning xususiyatlari**” deb nomlangan uchinchi bobida O‘zbekistonning Janubiy-g‘arbiy hududlarida keng tarqalgan ayrim galokserofitlardan galotolerant endofit bakteriyalarni ajratish, o‘stirish va biologik xususiyatlarini baholash bo‘yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Zamonaviy ilmiy manbalar tahlili orqali tadqiqotlar uchun obyekt sifatida galotolerant endofit bakteriyalari deyarli o‘rganilmagan uchta (*H. aphyllum*, *H. strobilaceum* va *H. belangeriana*) galokserofit o‘simliklar tanlab olingan.

O‘simliklarning ildiz va poyasidan 3000 dan ortiq segmentlar olingan, tegishli tartib asosida sterillangan. Namunalardan toza kulturaga qattiq ozuqa muhitining yuzasiga o‘tib chiqqan jami 720 ta izolyat ajratib olingan. Ajratilgan izolyatlarning 45% i *H. aphyllum*, 30% i *H. strobilaceum* va 25% i *H. belangeriana* o‘simligiga taaluqli segmentlarga tegishli bo‘lgan. Mazkur izolyatlarning 54,4% i ildizdan, 45,6% i poyadan olingan namunalardan ajratib olingan (2-rasm).



2-rasm. Ajratilgan izolyatlarning o‘simliklar va ularning vegetativ organlari bo‘yicha taqsimlanishi

Tadqiqotlar davomida galokserofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalar orasidan galotolerant bakteriyalarni tanlab olishga qaratilgan tajribalar o‘tkazilgan. 1,0, 2,5, 5,0 va 10,0% li NaCl bilan boyitilgan ozuqa muhitida o‘stirishning izolyatlar kolonizatsiyalanishiga ta‘sirini aniqlash orqali galotolerant izolyatlar tanlab olingan (1-jadval).

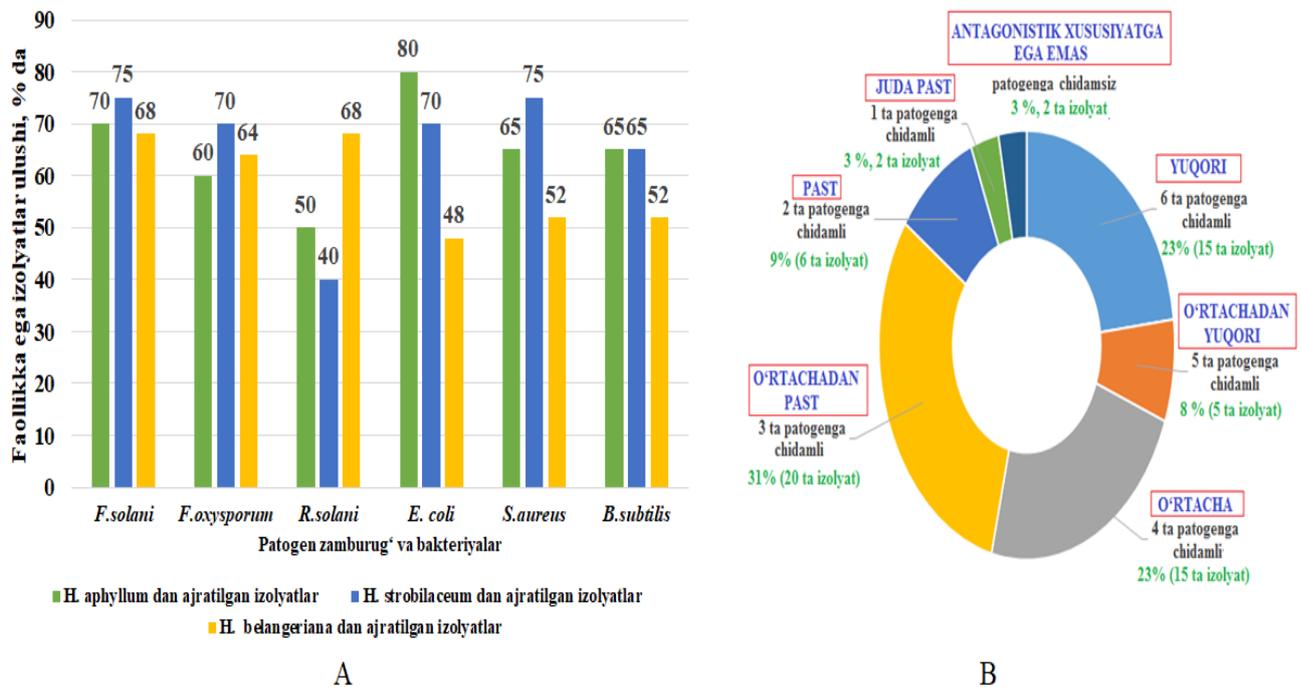
1-jadval

Galofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalar izolyatlarining o‘shishiga sho‘rlanishning ta‘siri

O‘simlik nomi	Ajratilgan jami izolyatlar	NaCl konsentratsiyasi, %			
		1,0	2,5	5,0	10,0
		O‘sgan izolyatlar soni (%)			
<i>H. aphyllum</i>	322	283 (87,9)	245 (76,1)	209 (64,9)	20 (6,2)
<i>H. strobilaceum</i>	216	199 (92,1)	177 (81,9)	156 (72,2)	20 (9,3)
<i>H. belangeriana</i>	182	160 (87,9)	140 (76,9)	125 (68,7)	25 (13,7)
Jami	720	642 (89,2)	562 (78,1)	490 (68,1)	65 (9,0)

1-jadval ma‘lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, galokserofit o‘simliklardan ajratib olingan 720 ta izolyatning 642 tasi (89,2%) 1,0% NaCl li ozuqada o‘sgan bo‘lsa, 2,5% NaCl li muhitda o‘sgan izolyatlarni 562 tani (78,1%) tashkil etdi. 5% NaCl li ozuqa muhitida jami izolyatlarga nisbatan 68,1% izolyatlar o‘shish imkoniyatiga ega bo‘ldi. Tekshirilgan izolyatlardan faqat 65 tasi (jami izolyatlarning 9,0% i) ekstremal bo‘lgan 10,0% li NaCl li sharoitida o‘sganligi kuzatildi. Mazkur 65 ta izolyat galotolerant bakterial izolyatlar sifatida tanlab olingan va tadqiqotning keyingi bosqichlari shu izolyatlar bilan davom ettirilgan. Endofit bakteriyalarning xo‘jayin o‘simlik o‘shishini rag‘batlantirish va uning abiotik hamda biotik stress

omillarga chidamliligini oshirish mexanizmlaridan biri fitopatogenlarga qarshi kurashish yoki uning faoliyatini biologik nazorat qilish hisoblanadi. Shu bois, tadqiqot davomida oldingi bosqichlarda tanlangan 65 ta izolyatlar patogen zamburug'lardan *F. solani*, *F. oxysporum* va *R. solani* lar, bakteriyalardan *E. coli*, *S. aureus* va *P. aeruginosa* larga nisbatan antagonistik faolligi birlamchi skrining qilingan. Birlamchi skrining natijalariga ko'ra, tekshirilgan 65 ta izolyatning 15 tasi barcha patogenlarga nisbatan antagonistik xususiyatga egaligi qayd qilingan (3-rasm).



3-rasm. Endofit bakterial izolyatlarning antagonistik xususiyatlari (Bunda: A- tadqiqot obyektlari kesimida faollikka ega izolyatlarning ulushi (%); B- izolyatlarining antagonistik xususiyatlariga ko'ra guruhlariga taqsimlanishi)

3-rasm ma'lumotlariga ko'ra, tadqiq qilingan izolyatlarning 23,0%i (15 ta izolyat - HAPH2, HAPH8, HAPH12, HAPH15, HAPH16, HAST2, HAST7, HAST9, HAST10, HAST17, SSU4, SSU7, SSU16, SSU18, SSU21) tadqiq qilingan barcha patogenlarga nisbatan faol ekanligi qayd qilindi. Shuningdek, galotolerant izolyatlarning 8,0%i 5 ta; 23,0%i 4 ta; 31%i 3 ta; 9,0%i 2 ta va 3,0%i bitta patogenga nisbatan antagonistik ta'sirga ega bo'lgan bo'lsa, 3,0% izolyatda patogenlarga nisbatan faollik aniqlanmadi (3-rasm).

Tajribalar davomida antagonistik faolligi yuqori bo'lgan izolyatlar sifatida tanlangan 15 ta izolyatlarning patogenlarga nisbatan faolligi ikkilamchi skrining qilingan. Skrining natijalariga ko'ra, izolyatlar orasida SSU7 izolyati *F. solaniga*, HAPH2 izolyati *F. oxysporum*, *R. solani* va *S. aureusga*, HAST17 izolyati *E. coliga*, HAST10 izolyati *P. aeruginosaga* nisbatan yuqori faollik ko'rsatganligi qayd qilingan (2-jadval).

Shu bilan bir qatorda, chorrahaviy ekish orqali amalga oshirilgan skrining natijalari tadqiq qilingan izolyatlarda o'zaro ta'sirlashuv faolligi deyarli mavjud emasligini ko'rsatgan. Tajribalarda HAPH2 va SSU18, HAPH8 va HAST2, HAPH8

va HAST7, HAPH12 va HAST7, HAPH12 va HAST17, HAPH15 va SSU7, HAPH15 va SSU18, HAST2 va SSU4 hamda SSU16 va SSU18 orasida antagonistik munosabatlar mavjudligi aniqlangan. Izolyatlar orasidagi antagonistik munosatlarning kamligi, bir turdan ajratib olingan endofit bakteriyalar orasida antagonistik ta'sir munosabatlar bo'lmashligi bilan izohlangan.

2-jadval

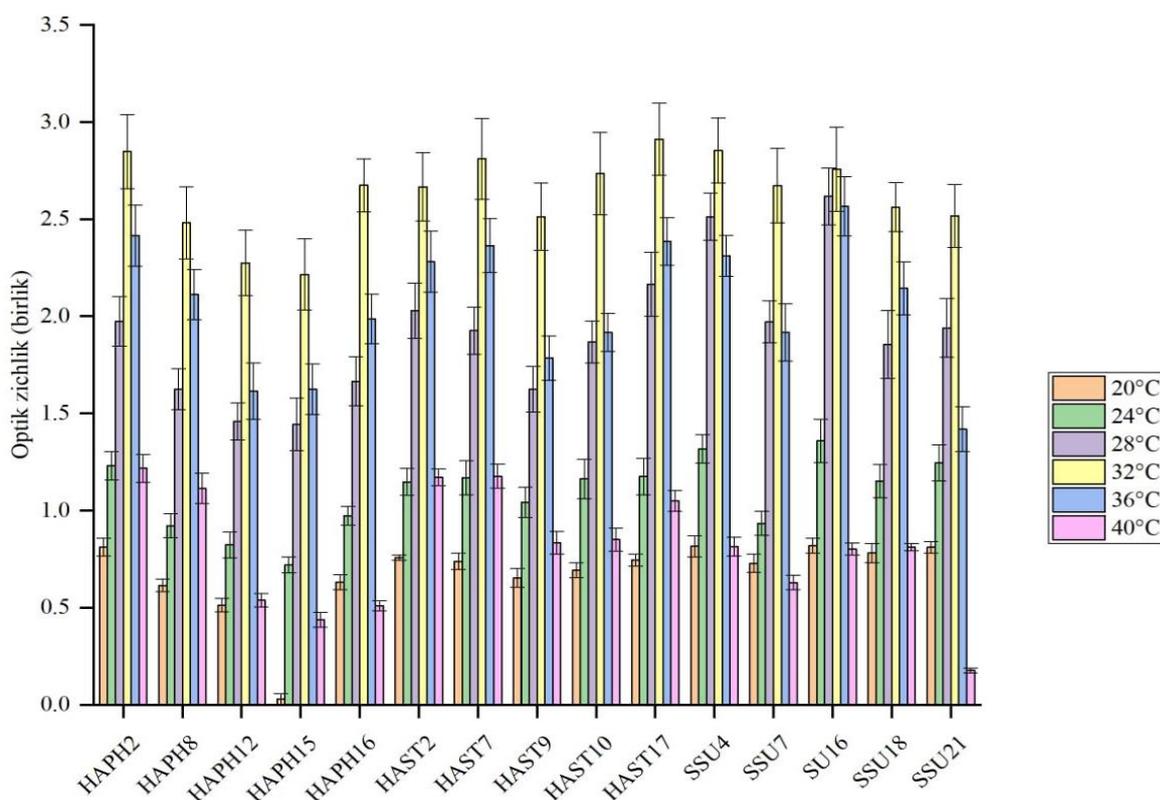
Galotolerant endofit bakteriyalar izolyatlari orasidan birlamchi skrining natijasida ajratib olingan izolyatlarning patogen zamburug' va bakteriyalarga chidamliligi (n=5)

Izolyat nomi	Antagonistik faolligi (ingibirlanish masofasi, mm da)					
	<i>F. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>R. solani</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Nazorat*	24,1±1,2	-	26,8±1,3	26,0±0,8	30,0±1,6	25,0±0,8
HAPH2	22,7±1,4	26,5±1,0	30,4±1,7	20,9±0,7	29,4±1,4	31,8±1,0
HAPH8	16,3±1,0	14,4±1,2	22,6±1,0	21,8±1,0	19,6±1,0	24,6±1,1
HAPH12	20,5±0,9	0,0±0,0	18,0±1,3***	17,6±1,6	26,5±1,9	19,9±1,5
HAPH15	21,4±1,1	17,2±1,3	24,4±1,0	0,0±0,0	18,8±1,0	22,2±1,3
HAPH16	14,8±1,9	22,6±1,1	20,1±0,7	10,9±1,0	25,0±1,0	20,0±1,1
HAST2	18,5±1,0	22,4±1,3	21,4±1,3	17,8±1,5	0,0±0,0	28,3±1,0
HAST7	10,9±1,5	20,9±1,0	0,0±0,0	23,3±1,0	20,7±1,0***	24,1±1,2
HAST9	20,5±1,8	19,0±0,8	24,7±1,4	14,6±1,8	13,6±1,8	18,4±1,0
HAST10	17,3±1,0	23,5±1,1	12,3±1,0	22,9±1,4	24,8±1,0	30,3±1,1***
HAST17	22,6±1,3	22,0±1,4	28,4±1,6**	30,1±1,3**	22,9±1,6	27,1±1,5
SSU4	21,7±1,0	28,3±1,0	24,4±1,2	22,8±1,1	25,8±1,4	20,9±1,0
SSU7	23,6±0,9	0,0±0,0	18,6±1,0	20,4±1,5	26,6±1,0	22,3±1,1
SSU16	20,3±1,1**	24,0±1,0	19,5±0,7	24,5±1,3	21,4±1,7	19,1±0,8
SSU18	0,0±0,0	20,2±1,1	21,5±1,1	14,9±1,6	19,1±1,0	24,2±1,2
SSU21	21,2±1,0	16,1±1,0	25,2±0,8	0,0±0,0	17,5±1,0	14,0±1,9

Izoh. *antifungal faollik uchun "Basikol preparati" (Смирнов, 2010), antibakterial faollik uchun ampitsillin (Sharma va boshq., 2022) nazorat sifatida qo'llanilgan tadqiqotlar natijalari olingan; **p<0,05 da, ***p<0,01 da statistik ahamiyatga ega.

Mikroorganizmlar, jumladan, bakteriyalarning faolligi va o'sishi asosan muhit harorati bilan belgilanadi. Shu bois, tajribalarda istiqbolli izolyatlarning o'sishiga harorat (20°C, 24°C, 28°C, 32°C, 36°C, 40°C) ta'siri baholangan (4-rasm). Olingan ma'lumotlar asosida, izolyatlarni o'stirish uchun optimal harorat 28-32°C ekanligi qayd qilingan. Spektrometrik tahlillar natijasida, 32°C da o'sish tezligi eng yuqori bo'lgan shtammlar sifatida HAST17 (optik zichlik 2,91), HAPH2 (2,85), SSU4 (2,85), HAST7 (2,81), SSU16 (2,76) va HAPH16 (2,67)lar belgilangan.

Mutaxassislarining qayd qilishicha, o'simliklarning to'qimalarida yashovchi endofit bakteriyalar o'simlikka ta'sir qiluvchi stress omillarga chidamli bo'lib, ular o'z xo'jayin o'simliklar organizmiga stress omillarning salbiy ta'sirini yumshatishga, ularni yengishga yordam beradi, o'simlikning o'sishi va rivojlanishini ta'minlaydi. Bu borada, galofitlardan ajratilgan galofil bakteriyalar o'simliklarda sho'rlanish stressini kamaytirishda bir qator asosiy mexanizmlardan foydalanadi, bu mexanizmlarning asosiylari ISK, ASK-deaminaza, sideroforlar ishlab chiqarish, erimaydigan fosfatlarni eritish va azot fiksasiyasi deb hisoblangan hamda izolyatlarning mazkur xususiyatlari normal va sho'rlanish sharoitida o'rganilgan.



4-rasm. Galotolerant izolyatlarning o‘shiga haroratning ta’siri (n=3)

Istiqbolli izolyatlarning o‘simliklarni o‘shini rag‘batlantiruvchi xususiyatlari (azot fiksasiyalash, ISK va siderofor hosil qilishi, erimaydigan fosfatlarni parchalash, ASK-deaminaza ishlab chiqarish) yuzasidan bayon qilingan ma’lumotlar asosida galofit o‘simliklardan ajratib olingan endofit bakteriyalarda o‘rganilgan xususiyatlar bo‘yicha potensial yuqoriligi ta’kidlab o‘tilgan. Bir qator bakterial izolyatlar (HAPH2, HAST17, SSU4, SSU21)da sho‘rlanish sharoitida ham o‘simliklarni o‘shini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarning ma’lum darajada saqlanib qolinishi istiqbolda ulardan stress omillar ta’siridagi mintaqalarda qishloq xo‘jalik ekinlari o‘shini stimullovchi vositalarni ishlab chiqarish bo‘yicha tadqiqotlarni davom ettirish zarurligini asoslaydi, deb xulosa qilingan (3-jadval).

O‘simliklarning ularga ta’sir qiluvchi har xil abiotik va biotik omillarga bardoshlilikini oshirishi va moslashib yashashida o‘simlikda mavjud mikroorganizmlar, shu jumladan, endofit bakteriyalarning o‘ziga xos fiziologo-biokimyoviy xususiyatlari hamda ular tomonidan ajratiladigan fermentlar, biologik faol moddalar muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotlar davomida istiqbolli izolyatlarning fiziologo-biokimyoviy xususiyatlari o‘rganilgan. Tekshirilgan izolyatlardan 8 tasi proteolitik, 12 tasi amilolitik, 11 tasi sellulolitik va 10 tasi katalitik faollikka ega ekanligi aniqlangan. Shuningdek, izolyatlarning 6 tasi denitrifikatsiyalash, 10 tasi jelatin gidrolizlash va 9 tasi kraxmal gidrolizlash xususiyatiga ega ekanligini ko‘rsatgan. Izolyatlarni turli pH ko‘rsatkichli ozuqa muhitda o‘stirish orqali olingan ma’lumotlar asosida galofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalar neytrofil bakteriyalar (muhit pH ko‘rsatkichi 5-7 bo‘lgan ozuqalarda barcha izolyatlarning jadal tarzda o‘sgan) sifatida tavsiflangan.

3-jadval

Endofit bakteriyalarning o‘simliklar rivojlanishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlari*
(n=3)

Izolyat nomi	N ₂ fiksatsiyalash		ISK hosil qilish, mkg/ml		Fosfat eritish, mkg/ml		ASK-deaminaza hosil qilish		Siderofor ishlab chiqarish, mkg/ml	
	A**	B**	A	B	A	B	A	B	A	B
HAPH2	+++	++	162,1± 5,3	77,8± 4,4	124,5± 6,2	57,2± 3,7	+++	+	17,4± 1,0	8,1± 0,6****
HAPH8	++	+	119,0± 5,8	-	78,4±3 ,1	31,0± 2,8	-	-	8,0± 0,5	2,7± 0,2
HAPH12	+	+	103,4± 4,9	61,3± 3,7****	-	-	+	+	12,4± 0,8	3,4± 0,3
HAPH15	+++	+	111,3± 4,6	70,6± 3,1	-	-	++	+	19,3 ±1,2	8,2± 0,5
HAPH16	++	-	169,5± 6,1	54,9± 5,2	189,7± 8,1	50,6± 4,0	++	-	4,6± 0,3	-
HAST2	-	-	126,6± 7,2	-	98,8± 3,6	-	+	+	11,5± 0,8	4,0± 0,3
HAST7	++	+	99,0± 6,4	58,5± 3,4	106,5± 5,1	-	++	+	5,7± 0,4	1,8± 0,2
HAST9	+++	-	103,4± 4,9	39,8± 3,5	131,9± 6,0	44,6± 2,8****	+	-	-	-
HAST10	++	-	134,6± 7,1	-	67,6± 2,2	21,7± 1,9	-	-	13,8± 0,9	6,1± 0,4
HAST17	++	+	172,8± 5,0	71,6± 4,7	202,3± 7,6	60,4± 3,1	++	++	18,2± 1,0	8,8± 0,7
SSU4	++	+	168,0± 5,2	66,9± 4,0****	195,8± 9,5	65,7± 3,0	++	++	14,5± 0,8	4,1± 0,3
SSU7	+++	++	-	-	80,5± 3,0	-	-	-	12,2± 0,6	7,0± 0,4***
SSU16	+	+	155,3± 4,7	73,2± 3,2	-	-	+	+	5,4± 0,3	-
SSU18	+	+	141,3± 4,4	-	87,1± 3,6	24,6± 2,1****	++	+	-	-
SSU21	+++	-	80,6± 6,0	47,3± 3,7	118,8± 4,5	41,7± 2,6	+	+	11,4± 0,5	3,7± 0,2

Izoh. * -“+” – xususiyatga ega; “-” – xususiyatga ega emas; **A) Normal (uslub bo‘yicha oziqa muhiti) sharoitda; B) sho‘rlanish (10% NaCl saqlagan ozuqa muhiti) sharoitida; *** p<0,05 da, ****p<0,01 da statistik ahamiyatga ega.

pH 3 ga teng bo‘lgan muhitda faqat ikkita (HAST2, HAST7), 9 ga teng bo‘lgan muhitda faqat uchta (HAPH2, SSU4 va SSU7) izolyatlarning o‘sganligi sababli pH ning mazkur qiymatlari tanlangan izolyatlar uchun ekstremal sharoit sifatida tanlangan. Tadqiqotlar davomida, istiqbolli izolyatlar bakterial kulturasi suspenziyasi bilan urug‘ga ishlov berishning qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘lari unuvchanlik ko‘rsatkichlariga ta‘siri baholangan. Olingan natijalar asosida, bug‘doy, g‘o‘za va bodring urug‘lariga HAPH2, HAPH16, HAST2, HAST10, HAST17, SSU4, SSU7 va SSU16 izolyatlari suspenziyasi bilan ishlov berish boshqa izolyatlarga nisbatan yaxshiroq ta‘sir ko‘rsatishi qayd qilingan.

4-jadval

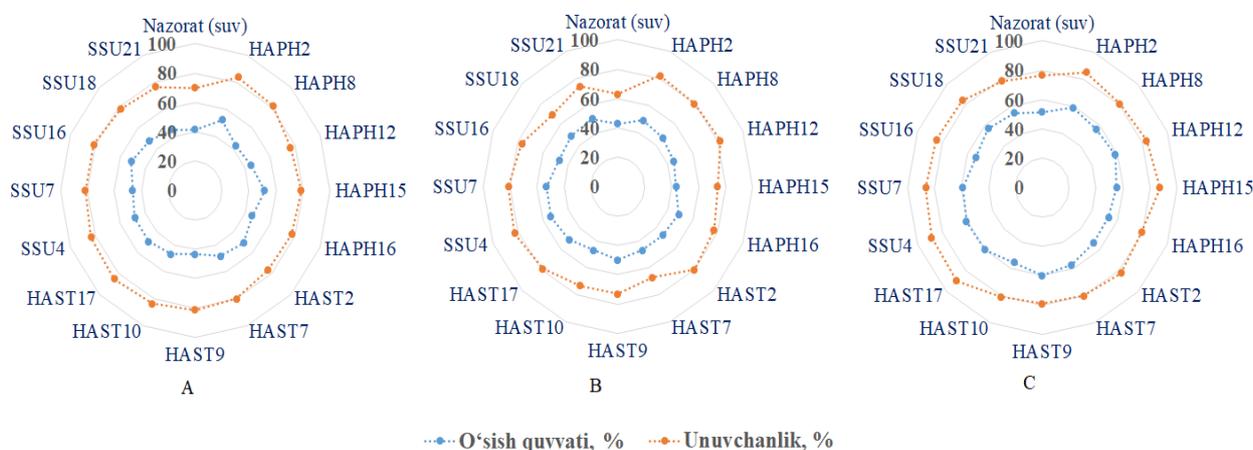
Galofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalar istiqbolli izolyatlari xususiyatlarining qiyosiy tahlili

Izolyat nomi	NaCl (10%) ga chidamligi		Antagonistik xususiyatlari ¹					Haroratga chidamligi ²					O'simliklar rivojlanishini rag'batlantiruvchi xususiyatlar ³						Fiziolgo-biokimyoviy xususiyatlar ⁴					pH o'zgaruvchanligiga chidamligi ⁵			Urug'lar-ning o'sish quvvatiga ta'siri ⁶			Urug'lar-ning unuvcha darajaga ta'siri ⁷				
	<i>F. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>R. solani</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	36 °C	40 °C	Azot fiksatsiyalash	ISK sintezi	ASK-d-za sintezi	Siderofor sintezi	Fosfat parchalash	Protetaza	Amlaza	Sellulaza	Katalaza	Jelatin gidrolizi	Kraxmal gidrolizi	3	4	5	6	7	8	9	Bug'doy	Go'za	Bodimg	
HAPH2																																		
HAPH8																																		
HAPH12																																		
HAPH15																																		
HAPH16																																		
HAST2																																		
HAST7																																		
HAST9																																		
HAST10																																		
HAST17																																		
SSU4																																		
SSU7																																		
SSU16																																		
SSU18																																		
SSU21																																		

Izoh. 1-Antagonistik xususiyatlari (ingirbitlanish zonasi kengligi bo'yicha)
 2-Haroratga chidamligi (kultural suyuqlikning optik zichligi bo'yicha)
 3-O'simliklar rivojlanishini rag'batlantiruvchi xususiyatlar:
 Azot fiksatsiyalash, ASK-d-za sintezi, siderofor sintezi, fosfat parchalash
 ISK sintezi (hosil bo'lgan ISK miqdoriga ko'ra)
 4- Fiziolgo-biokimyoviy xususiyatlar (faollik ko'rsatishi bo'yicha)
 5- pH o'zgaruvchanligiga chidamligi (o'sish imkomiyati bo'yicha)
 6-O'sish quvvatiga ta'siri (4 kunda ungan urug'lar ulushi bo'yicha)
 7-Unuvchanlik darajasiga ta'siri (7 kunda ungan urug'lar ulushi bo'yicha)

Yuqori (20 mm ≤)
 Yuqori (2 ≤)
 Xususiyatga ega
 Yuqori (150 mkg/ml ≤)
 Xususiyatga ega
 Chidamli
 Yuqori (50% ≤)
 Yuqori (80% ≤)
 O'rtacha (10-19 mm)
 O'rtacha (1-1,99)
 Xususiyatga ega emas
 O'rtacha (50-150 mkg/ml)
 Xususiyatga ega emas
 Past (1-9 mm)
 Past (0,01-0,99)
 Past (1-50 mkg/ml)
 Past (1-1,99)
 Xususiyatga ega emas (0 mm)
 Haroratga chidamsiz (0 mm)
 Xususiyatga ega emas (0 mkg/ml)
 Xususiyatga ega emas (0-40%)
 Ta'sirga ega emas (0-40%)
 Past (61-69%)
 Ta'sirga ega emas (0-60%)

Mazkur izolyatlar bilan ishlov berish orqali bug‘doyda nazorat variantiga nisbatan o‘shish quvvati 10,0% gacha, unuvchanlik darajasi 13,5% gacha, g‘o‘zada 11,0% va 20% gacha, bodringda 9,5% va 13,5% gacha yaxshilangan. Hujayralar konsentratsiyasi 10^8 huj./ml ga yetkazilgan bakterial kulturaning 20% konsentratsiyali suspenziyasi bilan 6 soat davomida ishlov berish optimal me‘yor sifatida tanlangan (5-rasm).



5-rasm. Istiqbolli izolyatlar suspenziyasi bilan urug‘ga ishlov berishning laboratoriya sharoitida bug‘doy (A), g‘o‘za (B) va bodring (D) urug‘lari unuvchanlik ko‘rsatkichlariga ta’siri (n=3)

III bobning yakunida, ayrim galofitlardan ajratib olingan galotolerant endofit bakteriyalar izolyatlari potentsiali yuqori izolyatlarni tanlash maqsadida o‘rganilgan xususiyatlari bo‘yicha qiyosiy baholangan (4-jadval). Natijada, 15 ta izolyatlarning o‘ziga xos xususiyatlarini qiyosiy tahlil qilish orqali olingan ma’lumotlar, identifikatsiyalash uchun izolyatlar orasidan yaqqol ajralib turadigan izolyatlarni tanlashda qiyinchilik tug‘dirganligi qayd qilingan.

O‘rganilgan xususiyatlarning aksariyatida yuqori potentsialli izolyatlar sifatida HAPH2, HAST17 va SSU4 lar qayd qilingan bo‘lsada, HAPH16 va SSU16 larning urug‘lar unuvchanligini stimullash xususiyati bo‘yicha yoki boshqa izolyatlarning boshqa bir xususiyat bo‘yicha istiqbolli ekanligi ta’kidlangan. Shu bois, barcha 15 ta izolyatlarning sistematik o‘rnini zamonaviy usullar yordamida belgilash maqsadga muvofiq bo‘ladi, deb xulosa qilingan.

Dissertatsiyaning IV bobi “**Ayrim galofitlardan ajratilgan galotolerant endofit bakteriyalarning xilma-xilligi**” deb nomlagan bo‘lib, ushbu bobda tadqiqotning dastlab bosqichida ajratib olingan va istiqbolli deb topilgan izolyatlarning sistematik o‘rnini belgilashga qaratilgan tajribalar natijalari bayon qilingan.

Tajribalarda sekvenslash uchun tegishli usullar yordamida izolyatlardan DNK ajratilgan, DNK 16S rRNK geni PZR orqali ko‘paytirilgan, PZR mahsulotlari elektroforez qilingan, PZR mahsulotlari tegishli ko‘rsatma asosida tozalangan va namunalar sekvenslangan.

5-jadval

Galotolerant endofit bakteriyalari istiqbolli shtammlari 16S rRNK geni nukleotidlar ketma-ketligining genbankdagi yaqin turlar nukleotidlar ketma-ketligiga o'xshashlik darajasi

Gen bankka kiritilgan			Genbankda mavjud		
Shtamm nomi	Uzunligi, bp	Kiritish raqami	Mavjud shtammlar	Ro'yxatdagi raqami	O'xshashlik darajasi, %
HAPH2	1465	MZ443975	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> WS-1	LN864483.1	99,79
HAPH8	1411	MZ443981	<i>Bacillus toyonensis</i> IMA7	MK424259.1	99,79
HAPH12	1456	MZ443985	<i>Isoptricola halotolerans</i> NBRC 104116	AB489222.1	99,66
HAPH15	1454	MZ443988	<i>Planomicrobium soli</i> XN13	NR_134133.1	99,72
HAPH16	1466	MZ443989	<i>Pseudomonas kilonensis</i> R-54757	LN995719.1	99,59
HAST2	1467	OK594050	<i>Priestia megaterium</i> PZG_S16	KY660610.1	99,93
HAST7	1485	OK594051	<i>Priestia aryabhatai</i> L42	KU179345.1	99,87
HAST9	1427	OK594052	<i>Pseudomonas plecoglossicida</i> FST1	MH165359.1	99,79
HAST10	1488	OK594053	<i>Pseudomonas putida</i> A1	MK680517.1	99,87
HAST17	1478	OK594054	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> ST-1	GU947817.1	99,73
SSU4	1500	OK559720	<i>Bacillus pumilus</i> soapstock18B	MN750426.1	99,73
SSU7	1478	OK559721	<i>Bacillus endophyticus</i> IHBB 9943	KR085883.1	99,73
SSU16	1543	OK559722	<i>Bacillus subtilis</i> KA9	MT491101.1	99,74
SSU18	1469	OK559723	<i>Isoptricola halotolerans</i> NBRC 104116	AB489222.1	99,66
SSU21	1480	OK559724	<i>Pseudomonas kilonensis</i> R-54757	LN995719.1	99,8

Olingan sekvens va GenBankdagi shu turga eng yaqin turlar sekvensini taqqoslash natijalariga ko'ra, galotolerant endofit bakteriyalarning sistematik o'rni belgilangan (5-jadval).

Natijada, tadqiqot obyekti sifatida o'rganilgan galofit o'simliklarda galotolerant endofit bakteriyalarning 3 ta sinf, 3 ta tartib, 4 ta oila, 5 ta turkumga mansub 13 ta turi uchrashi qayd qilingan. Endofit bakteriya turlarining sinflar kesimida taqsimlanishini tahlil qilish orqali 61% turlar Bacilli sinfiga mansub ekanligi qayd qilingan. Shuningdek, 4 ta tur Proteobacteria sinfiga, 1 ta tur Actinobacteria sinfiga mansub ekanligi aniqlangan. Turlarning 54%i Bacillaceae oilasiga; 31%i Pseudomonadaceae oilasiga; bittadan turning *Planococcaceae* va *Promicromonosporaceae* oilalariga kirishi qayd qilingan. Endofit bakteriya turlarini turkumlarga ajratish bo'yicha tahlillarga ko'ra, ular 5 ta turkumga (*Isoptricola*, *Bacillus*, *Priestia*, *Planomicrobium*, *Pseudomonas*) mansub deb topilgan (6-jadval).

Tahlillar orqali tadqiq qilingan o'simliklarda galotolerant bakteriyalar orasida *Bacilli* sinfi, *Bacillales* tartibi, *Bacillaceae* oilasi, *Bacillus* turkumi va *Proteobacteria* sinfi, *Pseudomonadales* tartibi, *Pseudomonadaceae* oilasi, *Pseudomonas* turkumiga mansub turlarning dominantlik qilishi oydinlashgan.

Galofitlardan ajratib olingan galotolerant endofit bakteriyalarining xilma-xilligi

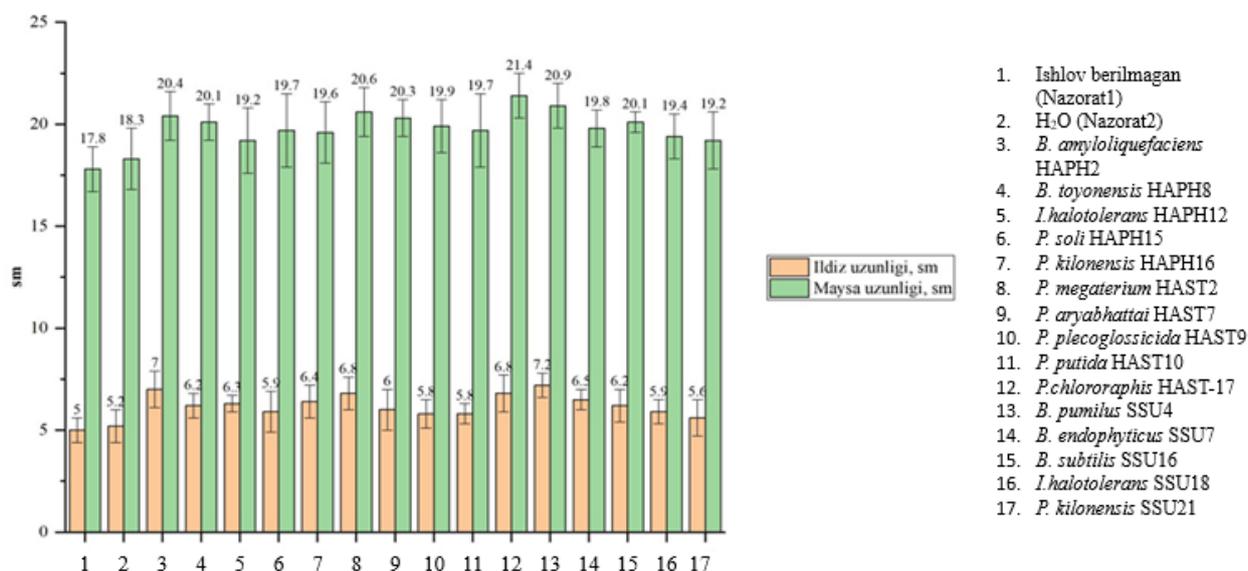
Sinf	Tartib	Oila	Turkum	Tur
Actino-bacteria	Micrococ-cales	Promicromo-nosporaceae	Isoptericola	<i>I. halotolerans</i>
Bacilli	Bacil-lales	Bacillacea	Bacillus	<i>B. amyloliquefaciens</i>
				<i>B. endophyticus</i>
				<i>B. pumilus</i>
				<i>B. subtilis</i>
				<i>B. toyonensis</i>
			Priestia	<i>P. aryabhatai</i>
		Planococ-caceae	Planomicrobium	<i>P. soli</i>
Proteo-bacteria	Pseudomo-nadales	Pseudomo-nadaceae	Pseudomonas	<i>P. chlororaphis</i>
				<i>P. kilonensis</i>
				<i>P. plecoglossicida</i>
				<i>P. putida</i>

Shuningdek, turlarning 38% i (5 ta tur) *H. strobilaceum* o‘simligidan, 23%i (3 ta tur) *H. aphyllum* o‘simligidan, 23%i (3 ta tur) *H. belangeriana* o‘simligidan va 16%i (2 ta tur) ham *H. aphyllum* ham *H. belangeriana* o‘simliklaridan ajratib olingan bakteriyalar ekanligi qayd qilingan. O‘rganishlar natijasida, turlarning 61% i (8 ta tur) o‘simliklar ildizlaridan, 31%i (4 ta tur) o‘simliklar poyalaridan va 8%i (1 ta tur) ham ildizdan ham poyadan ajratib olinganligi aniqlashtirilgan.

Tadqiqotlar davomida zamonaviy dasturlar yordamida identifikatsiya qilingan turlarning 16S rRNK geni sekvensiga asoslangan filogenetik daraxtlari yaratilgan va ularning filogeniyasi ochib berilgan.

Dissertatsiyaning “**Galotolerant endofit bakteriyalarni amaliyotda qo‘llash imkoniyatlari**” deb nomlangan V bobida normal va sho‘rlanish sharoitida galofitlar endofit bakteriyalari istiqbolli shtammlarining qishloq xo‘jalik ekinlari o‘shirivojlanishi va hosildorligiga ta’siri, galofitlar endofit bakteriyalari istiqbolli shtammlarining ikkilamchi metabolitlari tavsifi va toksiklik xususiyatlari, galofitlar endofit bakteriyalari faoliyatiga asoslangan sho‘rlanish stressiga chidamlilikni oshiruvchi mikroob preparati olish texnologiyasi tavsifi va iqtisodiy samaradorligi bo‘yicha tadqiqot natijalari bayon qilingan.

Vegetatsion tajribalarda istiqbolli shtammlarning bakterial kulturasi suspenziyasi bilan urug‘larga ishlov berishning normal va sho‘rlanish sharoitida bug‘doy, g‘o‘za va bodring o‘simliklari rivojlanishining dastlabki bosqichida ildiz va maysa rivojlanishiga ta’siri o‘rganilgan. Natijada, *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 lar ekinlarda normal sharoitda ildiz rivojlanishini nazorat variantiga nisbatan ekin turiga qarab 18,0-24,0% gacha, NaCl li sho‘rlanish muhitida 12,0-16,0% gacha; poya rivojlanishini nazorat variantiga nisbatan ekin turiga qarab 24,0-32,0% gacha, NaCl li sho‘rlanish muhitida 18,0-22,0% gacha yaxshilaganligi qayd qilingan.

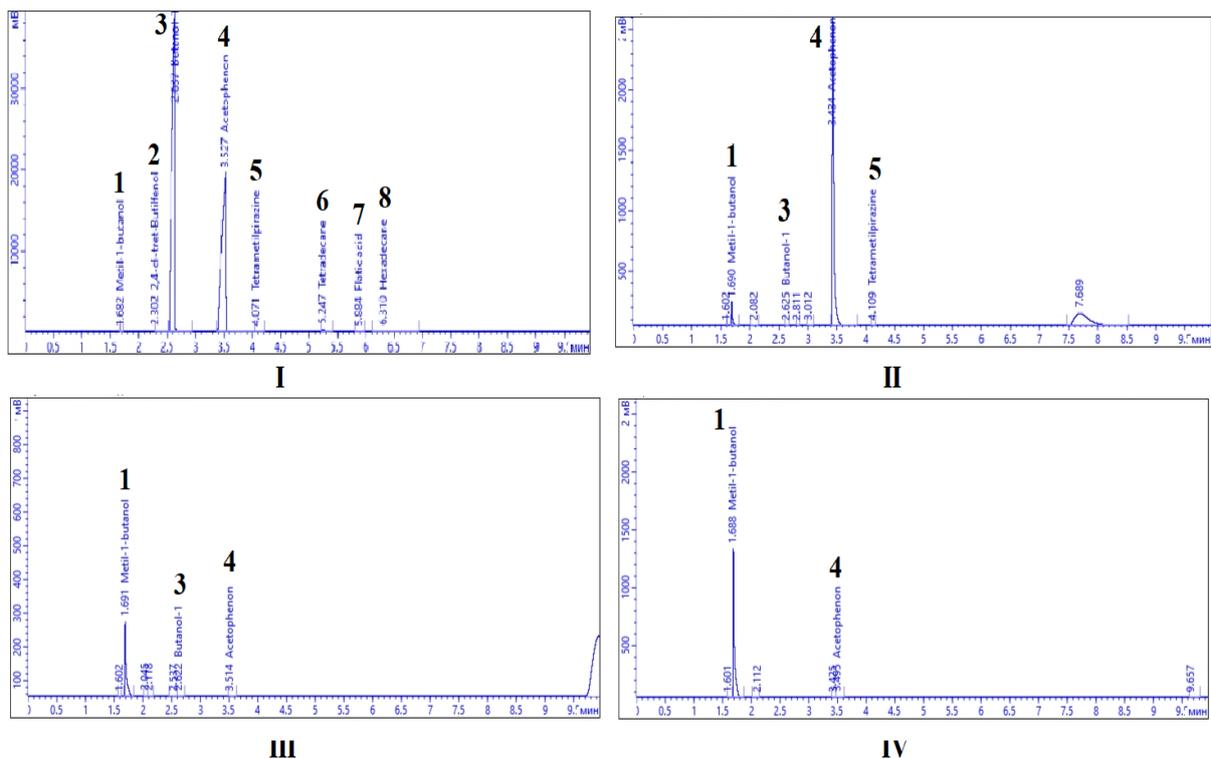


6-rasm. Bug‘doyning rivojlanishi va ildiz shakllanishiga endofit bakteriyalar istiqbolli shtammlari bakterial suspenziyasi bilan ishlov berishning ta’siri (n=3)

6-rasmda yuqorida qayd qilingan shtammlarning o‘simliklar rivojlanishga ta’siri bug‘doy misolida berilgan. G‘o‘za va bodring ustida o‘tkazilgan tajribalarda ham mazkur shtammlarning rag‘batlantiruvchi ta’siri boshqa shtammlardan ajralib turganligi qayd qilingan. Shu bois, tadqiqotning keyingi bosqichlari ushbu uchta shtamm asosida davom ettirilgan.

Dala sharoitida o‘tkazilgan tajribalar yordamida *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlarini birgalikda qo‘llash qishloq xo‘jalik ekinlari rivojlanishi va hosildorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi qayd qilingan. Kichik maydon tajribalarida, “shartli mikroba preparati” bilan ishlov berilgan variantda bug‘doyda o‘simlikdagi umumiy poyalar soni nazorat variantlariga nisbatan 6,7-8,6% ga; mahsuldor poyalar soni 5,9-8,8% ga; poya uzunligi 20,1-24,5% ga; 0-60 sm qatlamidagi ildizning quruq massasi 0,11-1,13 g/tup ga; 1000 ta don massasi 16,9-19,0% ga va hosildorlik 0,04-0,06 kg/m² ga oshishi, g‘o‘zada unib chiqqan tuplar soni 118,0±3,9 tup/m² ga, poya uzunligi 86,5±4,0 sm ga, poya diametri 2,1±0,1 sm ga, tuproqning 0-60 sm qatlamidagi ildiz massasi 11,3±0,3 g/tup ga, 1000 ta chigit massasi 113,5±2,9 g ga, hosildorligi 0,37±0,01 kg/m² ga yetishi, barcha ko‘rsatkichlarning nazorat variantidagi ko‘rsatkichlardan 12-20% gacha yaxshilanganligi, bodringda poya uzunligi, ildiz massasi va hosildorlik ishlov berilmagan variantlardagi ushbu ko‘rsatkichlardan mos holda 11,1%, 12,9% va 14,5% ga oshganligi aniqlangan. Natijada, *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlari mikroba preparati yaratish uchun asos bo‘lish potensialiga ega deb hisoblangan.

Amaliyotda keng qo‘llanilayotgan bakterial shtammlarning stress omillar ta’sirida o‘simliklar o‘shini rag‘batlantirishi va fitopatogenlarga chidamliligining mexanizmlari bevosita ular tomonidan ajratiladigan metabolitlarning kimyoviy xossalari asoslangan. Shu bois, tadqiqotlar davomida mikroba preparati uchun asos sifatida tanlangan endofit bakteriyalar shtammlarining ayrim ikkilamchi metabolitlarini aniqlash va tavsiflash bo‘yicha tahlillar o‘tkazilgan (7-rasm).



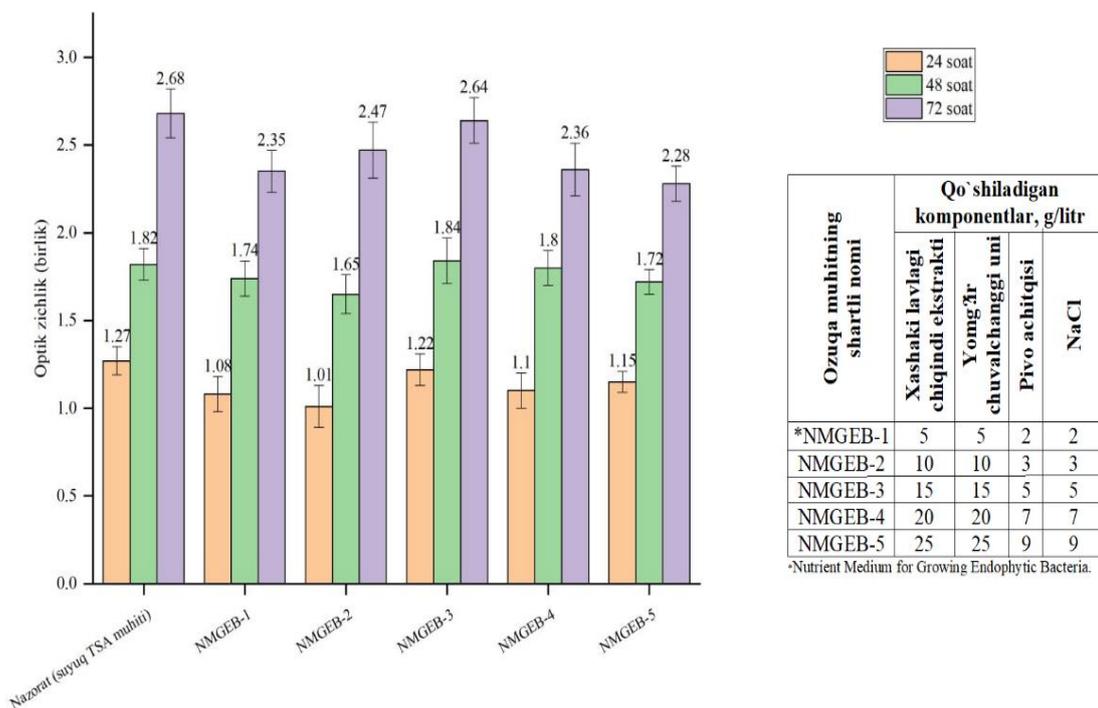
7-rasm. Istiqbolli shtammlar kultural suyuqliklarining GSX xromatogrammasi (Bunda: I – Standart; II - *B. amyloliquefaciens* HAPH2; III - *P. chlororaphis* HAST17; IV - *B. pumilus* SSU4; 1- 3-metil-1-butanol; 2- 2,4-di-tret-butilfenol; 3- Butanol-1; 4- Atsetofenon; 5- Tetrametilpirazin; 6- Tetradekan; 7- Ftal kislotasi; 8- Geksadekan)

Olingan ma'lumotlar va metabolitlarni tavsiflash orqali mazkur shtammlar fitopatogenlarga nisbatan antagonistik xususiyatlarini namoyon qilish va stress omillar ta'siri ostidagi sharoitda o'simliklar o'sishini stimullash uchun o'zlarining ikkilamchi metabolitlaridan foydalanishga asoslangan mexanizmlarga egaligi asoslangan.

Vivariy va laboratoriya sharoitida olib borilgan tajribalarda *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlari 10^8 huj./ml ga yetkazilgan kultural suyuqligi 20%li suspenziyasi *O. cuniculus* (uy quyoni) va *M. musculus* (laboratoriya sichqoni) ning fiziologik ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatmagan. Natijada ushbu shtammlar hayvonlarga nisbatan toksigen emas, deb xulosa qilingan.

Tadqiqotlar davomida mikroorganizm preparatini ishlab chiqish texnologiyasini ishlab chiqishda dastlab, kulturalarni o'stirish uchun mahalliy xomashyolardan foydalanishga asoslangan ozuqa muhit tarkibini tanlashga qaratilgan tajribalar olib borilgan. Tajribalarda ozuqa tarkibiga qo'shish uchun potensial muqobil manbalar sifatida yomg'ir chuvalchanggi uni (pepton), xashaki lavlagi chiqindisi (uglevod) va pivo sanoati chiqindi achitqisi (oqsil)ning imkoniyatlari o'rganilgan (8-rasm). Spektrometrik tahlillar, bakterial shtammlar birgalikda o'stirilganda bakterial suspenziyaning optik zichligi NMGEB-3 ozuqa muhitida (xashaki lavlagi ekstrakti – 15 g/l, yomg'ir chuvalchanggi uni – 15 g/l, pivo achitqisi – 5 g/l, NaCl – 5g/l) o'stirilganda nazorat ozuqa muhitidagi ko'rsatkichlarga eng yaqin qiymatlarga ega

bo'lganligini ko'rsatgan va preparat olish uchun mazkur tarkibli oziqa muhitidan foydalanish tavsiya etilgan.



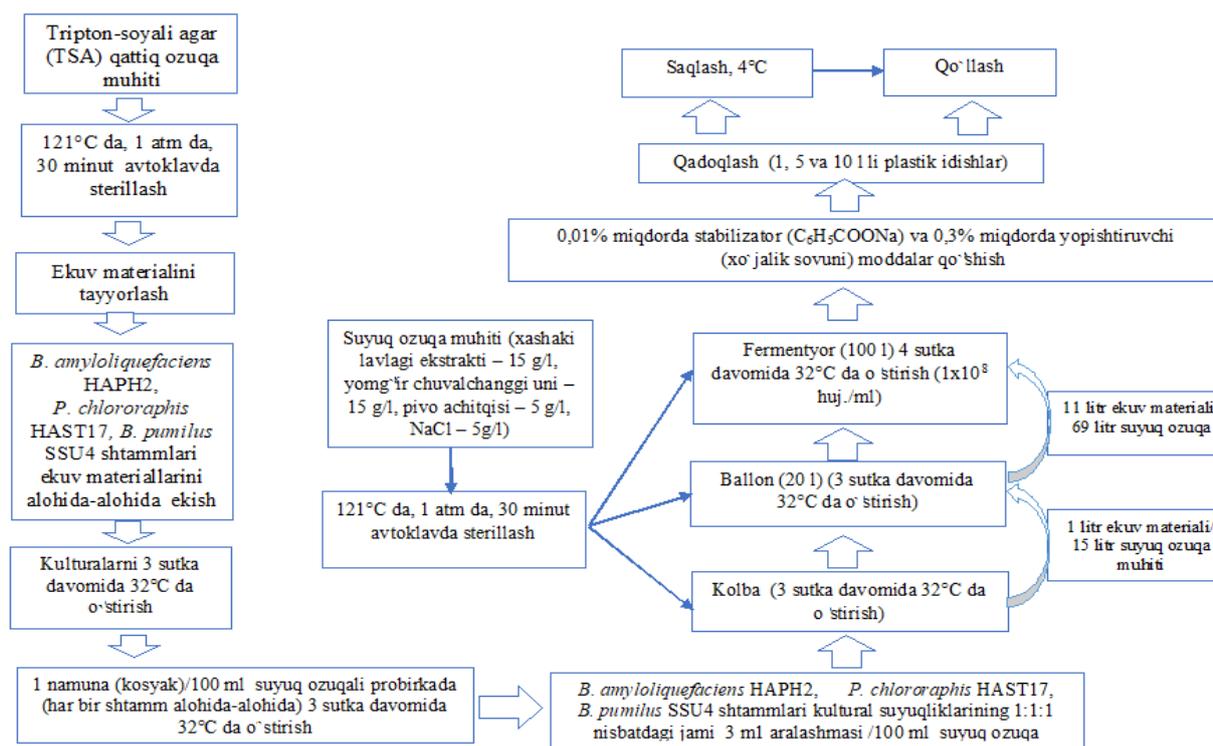
8-rasm. Turli xil tarkibli oziqa muhitlarida o'stirishning shtammlar assotsiatsiyasining o'sishiga ta'siri (n=3)

Olingan natijalar va tanlangan parametrlar asosida *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 lar asosida ekishdan oldin urug'ga ishlov berishga mo'ljallangan "SB Shukrona" mikrob preparatni yaratish texnologiyasi ishlab chiqilgan (9-rasm).

7-jadval
"Shukrona SB"ning qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligiga ta'siri, sentner/gektar (n=3)

Ekin turi	Ekish me'yori, kg/gektar	Sarflangan preparat miqdori (sarflangan ishchi suyuqlik miqdori), l/gektar				
		Bug'doy	220	0,0 (0,0)	3,0 (15)	4,0 (20)
56,4±0,5	58,1±0,3*			59,2±0,2	60,9±0,2	57,5±0,4
r=0,5718						
G'o'za	30	0,0	0,5 (2,5)	1,0 (5,0)	1,5 (7,5)	2,0 (10)
		31,8±0,3	33,9±0,4	35,5±0,4**	35,0±0,4	34,3±0,2
		r=0,6761				
Bodring	1,5	0,0	0,05 (0,25)	0,075 (0,375)	0,1 (0,5)	0,125 (0,625)
		669,1±7,6	687,5±10,8	704,2±11,9	718,4±13,5	707,0±8,4*
		r=0,9116				

Izoh. * p<0,05 da, **p<0,01 da statistik ahamiyatga ega.



9-rasm. Galofitlar endofit bakteriyalari faoliyatiga asoslangan mikrob preparati olish texnologiyasi

Mazkur texnologiya asosida mikrob preparatining tajriba-sinov namunalari ishlab chiqilib, qishloq xo'jalik amaliyotida sinovdan o'tkazilgan (7-jadval). Bug'doy va g'oz bo'yicha Samarqand viloyati Narpay tumanidagi "Raximjon Bekmurov" fermer xo'jaligiga qarashli dalalarda, bodring bo'yicha Samarqand viloyati Oqdaryo tumanidagi "Madina issiqxona kompleksi" MCHJ ga qarashli issiqxonalarda amalga oshirilgan sinov tajribalarida yaratilgan preparatni qo'llash me'yorlari tanlangan. Natijada, preparatni qo'llashning optimal me'yorlari sifatida bug'doy uchun 5,0 l/gektar, g'oz uchun 1,0 l/gektar va bodring uchun 0,1 l/gektar tavsiya etilgan.

8-jadval

"SB Shukrona" mikrob preparatini qo'llashning iqtisodiy samaradorligi

Ko'rsatkichlar	Guruh	Ekin turi		
		Bug'doy	G'oz	Bodring
Hosildorlik, sentner/ga	Nazorat	56,4	31,5	669,0
	Tajriba	60,9	35,5	718,0
Jami harajatlar, ming so'm/ga	Nazorat	13018,4	23317,9	73015,8
	Tajriba	13318,4	23407,9	73035,8
Jami daromad*, ming so'm/ga	Nazorat	14382,0	24570,0	167250,0
	Tajriba	15529,5	27690,0	179500,0
Sof foyda, ming so'm/ga	Nazorat	1363,6	1252,1	94234,2
	Tajriba	2211,1	4282,1	106464,2
Rentabillik, %	Nazorat (A)	+10,5	+5,4	+129,0
	Tajriba (B)	+16,6	+18,3	+145,8
Samaradorlik (B-A), %		5,1	12,9	16,8

Izoh. * 1 kg hosilni sotish narxi (ming so'm) - bug'doy: 2,55; g'oz: 7,80; bodring: 2,5 (2023-yil).

Sinov tajribalarida olingan hosildorlik ko'rsatkichlarini tahlil qilish orqali "SB Shukrona" mikroob preparatini qo'llashning iqtisodiy samaradorligi baholangan (8-jadval). Natijada, mazkur mikroob preparatini qo'llash iqtisodiy samaradorlikni bug'doyda 16,6%gacha, g'ozada 12,9%gacha va bodringda 16,8% gacha oshirishi qayd qilingan.

Umuman olganda, O'zbekistonda tarqalgan *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* va *H. belangeriana* o'simliklari turli istiqbolli yo'nalishlar bo'yicha qo'llash mumkin bo'lgan yuqori ahamiyatga ega galotolerant endofitlarni ajratish uchun yangi manbalar bo'lib xizmat qilishi mumkin.

XULOSALAR

"Ayrim galofitlarning galotolerant bakteriyalari: xususiyatlari, xilma-xilligi va ahamiyati" mavzusidagi doktorlik dissertatsiya ishi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Galokserofit *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* va *H. belangeriana* o'simliklari vegetativ organlaridan ajratilgan bakterial izolyatlar orasidan NaCl tuzining 10,0% konsentratsiyali ozuqa muhitida o'sgan 65 ta izolyat saralab olindi. Saralab olingan galotolerant izolyatlarning 23,0%i (15 ta izolyat - HAPH2, HAPH8, HAPH12, HAPH15, HAPH16, HAST2, HAST7, HAST9, HAST10, HAST17, SSU4, SSU7, SSU16, SSU18, SSU21) *F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*, *E. coli*, *S. aureus* va *P. aeruginosa* kabi patogenlarga nisbatan yuqori antagonistik faollikka ega bo'ldi.

2. Normal va sho'rlanish sharoitida o'simliklar o'sishini rag'batlantiruvchi (ISK, ASK-deaminaza va siderofor sintezlash, N₂ fiksatsiyalash, fosfat eritish, urug'lar unuvchanligini stimullash) xususiyatlari HAPH2, HAST17 va SSU4 izolyatlarida yuqori bo'lishi qayd qilindi. Mazkur izolyatlar sho'rlanish sharoitida o'zaro mos holda 77,8±4,4 mkg/ml, 71,6±4,7 mkg/ml va 66,9±4,0 mkg/ml ISK hosil qilganligi, bug'doy, g'oz va bodring urug'lariga ushbu izolyatlar bakterial suspenziyalari bilan ishlov berish ekinlarda urug'ning o'sish quvvatini 9,5-11,0% gacha, unuvchanlik darajasini 13,5-20% gacha yaxshilanishga olib kelganligi stress omilli sharoitda ham bakteriyalarning o'z biologik xususiyatlarini ma'lum darajada saqlab qolishini ko'rsatdi.

3. 16S rRNK geni nukleotidlari ketma-ketligi tahliliga ko'ra, tadqiq etilgan galofitlarda galotolerant endofit bakteriyalarning 3 ta sinf, 3 ta tartib, 4 ta oila hamda 5 turkumga mansub 13 ta turi uchraydi. Tadqiq etilgan o'simliklar endomikroflorasida *Bacillus* (5 tur) va *Pseudomonas* (4 tur) turkumlariga mansub turlar ustunlik qiladi. Ushbu natijalar *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* va *H. belangeriana* o'simliklarida endofit bakteriyalarning xilma-xil bo'lishini, ularning endofit bakteriyalar ajratib olish uchun yangi manbalar ekanligini ko'rsatadi.

4. Vegetatsion va dala tajribalarida *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 lar shtammlari suspenziyalari bilan urug'ga ishlov berish ekinlarda o'simliklarning o'sishini jadallashtirganligi va hosildorlikka ijobiy ta'sir ko'rsatishi isbotlandi. Chorrahaviy ekish usulida o'zaro antagonistik munosabatga ega bo'lmaganligi sababli bu shtammlar mikroob preparati tayyorlash uchun tanlab olindi.

5. Mikrob preparati uchun asos bo'ladigan bakterial shtammlar kultural suyuqliklarining GSX xromatogrammasi tahlili *B. amyloliquefaciens* HAPH2 kultural suyuqligida 3-metil-1-butanol, butanol-1, atsetofenon, tetrametilpirazin va yana 5 ta standartga kiritilmagan moddalar; *P. chlororaphis* HAST17 kultural suyuqligida 3-metil-1-butanol, butanol-1, atsetofenon va yana 4 ta standartga kiritilmagan moddalar; *B. pumilus* SSU4 kultural suyuqligida 3-metil-1-butanol, atsetofenon va yana 4 ta standartga kiritilmagan moddalar mavjudligini ko'rsatdi. *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlari 10^8 huj./ml ga yetkazilgan kultural suyuqligi 20%li suspenziyasi hayvonlarga nisbatan toksigen emasligi aniqlandi.

6. *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 va *B. pumilus* SSU4 shtammlarini o'stirish uchun takomillashtirilgan ozuqa muhiti (xashaki lavlagi ekstrakti – 15 g/l, yomg'ir chuvalchanggi uni – 15 g/l, pivo achitqisi – 5 g/l, NaCl – 5g/l)dan foydalanish tavsiya etiladi.

7. Tanlangan shtammlar asosida "SB Shukrona" mikrob preparatini tayyorlash texnologiyasi va tajriba-sinov namunalari ishlab chiqilib, qishloq xo'jalik amaliyotida sinovdan o'tkazildi, preparatni qo'llashning me'yorlari tanlandi (bug'doy uchun 5,0 l/gektar, g'o'za uchun 1,0 l/gektar va bodring uchun 0,1 l/gektar). Mazkur mikrob preparatini qo'llash orqali bug'doydan 4,5 s/gektar, g'o'zadan 4,0 s/gektar va bodringdan 48 s/gektar qo'shimcha hosil olingan hamda iqtisodiy samaradorlik 12,9-16,8% gacha oshirilgan. Shu bois, sho'rlanish sharoitida qishloq xo'jalik ekinlari yetishtirishda "SB Shukrona" mikrob preparatidan foydalanish tavsiya etiladi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.В.38.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ МИКРОБИОЛОГИИ**

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА**

АЛИКУЛОВ БЕГАЛИ САЙДУЛЛАЕВИЧ

**ГАЛОТОЛЕРАНТНЫЕ БАКТЕРИИ НЕКОТОРЫХ ГАЛОФИТОВ:
СВОЙСТВА, РАЗНООБРАЗИЕ И ЗНАЧЕНИЕ**

03.00.04-Микробиология и вирусология

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 Узбекистан за номером B2025,2.DSc/B13.

Диссертация выполнена в Самаркандском Государственном университете имени Шарофа Рашидова.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета (info-microbio@academy.uz) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:	Исмаилов Зафар Файзуллаевич доктор биологических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Шакиров Зоир Соатович доктор биологических наук, профессор Ташпулатов Жавлон Жамондинович доктор биологических наук Сасмаков Собирджон Анарматович доктор биологических наук, профессор
Ведущая организация:	Национальный университет Узбекистана

Защита диссертации состоится «27» ноября 2025 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.B.38.01 при институт Микробиологии (Адрес: 100128, г.Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А.Кодирий, дом 7Б, конференц зал института Микробиологии). Тел.: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, факс: (+99871) 241-92-71, e-mail: info-microbio@academy.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре института Микробиологии (зарегистрировано за №...). (Адрес: 100128, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А.Кодирий, дом 7Б, административное здание института Микробиологии, 5-этаж, библиотека). Тел.: (+99871)241-92-28.

Автореферат диссертации разослан «13» ноября 2025 года.

(протокол рассылки №8 от «13» ноября 2025 года)



Арипов Тахир Фатихович
Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней
д.б.н., профессор, академик

Жураева Рохила Назаровна
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней,
к.б.н., старший научный сотрудник

Гулямова Ташхан Гафуровна
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.б.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На данный момент чуть меньше миллиарда гектаров земли в мире подвержены первичному засолению, более 77 миллионов гектаров — вторичному засолению, и 58% вторично засоленных земель приходится на орошаемые земли⁴. Расширение площадей, подверженных засолению, приводит к снижению урожайности возделываемых культур, в результате чего потребности населения в продуктах питания удовлетворяются недостаточно. Ситуация требует разработки и применения эффективных технологий, основанных на инновационных тенденциях повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к стрессовым факторам, в том числе, к росту и развитию в условиях засоления. В связи с этим, исследование галофитов, широко распространённых в засоленных районах, как новых перспективных источников эндофитных бактерий, а также их выделение, определение биологических свойств и разнообразия имеет важное значение.

В мире ведутся исследования по развитию способов ведения сельского хозяйства на территориях, подверженных воздействию различных стрессовых факторов, основанных на жизнедеятельности эндофитных микроорганизмов. В связи с этим, одной из важных задач является разработка конкурентоспособных технологий для практического применения, путем исследования эндофитных бактерий галофитных растений, широко распространенных на засоленных территориях и целенаправленно не используемых в отраслях экономики. Обоснование научных решений, выделение эндофитных бактерий, отбор устойчивых к стрессовым факторам изолятов, их идентификация, анализ физиолого-биохимических и стимулирующих развитие сельскохозяйственных растений свойств эндофитов, с целью повышения солеустойчивости и продуктивности сельскохозяйственных культур, в результате стимулирующих свойств эндофитных бактерий галофитов, имеют большое научное и практическое значение.

В нашей республике особое внимание уделяется использованию эффективных способов выращивания культурных растений на территориях с разной степенью засоленности и повышению их производительности для устойчивого снабжения населения продуктами питания, развития агропромышленного комплекса. В этом отношении достигнуты определенные результаты, в том числе по эффективному использованию химических и органических средств при выращивании хлопка, пшеницы и других культур в засоленных районах нашей республики. В Стратегии развития нового Узбекистана⁵ определены цели и задачи «интенсивного развития сельского хозяйства на научной основе». Реализация данных задач, в том числе исследование некоторых галофитов как нового источника эндофитных бактерий, оказывающих положительное влияние на развитие

⁴ <https://wad.jrc.ec.europa.eu/soilsalination#:~:text=Saline%20soils%20Classified%20as%20Solonchaks>

⁵ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №ПФ-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

сельскохозяйственных культур, определение потенциала перспективных штаммов эндофитных бактерий, адаптированных к жизни в условиях засоления, разработка и внедрение технологий практического их использования имеют важное научно-практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует реализации задач, предусмотренных в указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы, от 23 октября 2019 года № УП-5853 «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020 — 2030 годы», от 25 ноября 2020 года №ПП-4899 «О комплексных мерах по развитию биотехнологий и совершенствованию системы обеспечения биологической безопасности страны», а также других нормативно правовых актах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан. Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики V – «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и защита окружающей среды».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации⁶.

Научные исследования по использованию микроорганизмов, в частности галотолерантных эндофитных бактерий, для повышения устойчивости растений к стрессовым факторам и продуктивности, исследования по выделению и идентификации эндофитных бактерий, определению их фитостимулирующих и биоконтролирующих свойств проводятся ведущими мировыми научными центрами и высшими учебными заведениями, в том числе Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (Германия), The Dargan Research Centre, Institute of Technology Carlow (Ирландия), Centre of Microbial and Plant Genetics (Бельгия), Instituto de Investigaciones Químico Biológicas (Мексика), Universidad de Cadiz (Испания), Agri Ibrahim Cecen University (Турция), Al-Azhar University (Египет), University of Bejaia (Тунис), Mahatma Gandhi University (Индия), Maharshi Dayanand University (Индия), Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology (Китай), Kyungpook National University (Южная Корея), Central South University of Forestry and Technology (Китай), Russian Academy of Agricultural Sciences (Россия), Институт микробиологии (Узбекистан) и Национальный университет Узбекистана (Узбекистан).

В результате глобальных исследований эндофитных бактерий как источника перспективных штаммов для дальнейшего развития отраслей экономики, в частности, аграрного сектора, получены следующие научные результаты: обоснованы свойства эндофитных бактерий повышать устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням на засоленных почвах (Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research, Германия; Russian

⁶Обзор по теме диссертации разработан на основе зарубежных <https://www.sciencedirect.com/browse/journals>, <https://www.researchgate.net/publication>, <https://www.scopus.com/sources.uri?zone=TopNavBar&origin=searchbasic>, <https://www.elsevier.com/search-results?labels=journals>, <https://www.search.ebscohost.com>, <https://www.sci-hub.cc> и других источников.

Academy of Agricultural Sciences, Россия; Национальный университет Узбекистана, Узбекистан); определены свойства и механизмы действия эндофитных бактерий, стимулирующих развитие растений (The Dargan Research Centre, Institute of Technology Carlow, Ирландия; Mahatma Gandhi University, Hindiston; Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Мексика); охарактеризованы таксономические аспекты эндофитных бактерий, выделенных из ряда растений (Centre of Microbial and Plant Genetics, Белгия; Kyungpook National University, Южная Корея; Maharshi Dayanand University, Индия); определены антибактериальные свойства эндофитных бактерий и доказана эффективность штаммов против фитопатогенов (Central South University of Forestry and Technology, Китай; Институт микробиологии, Узбекистан); описаны биоконтролирующие свойства эндофитных бактериальных штаммов против некоторых инфекционных болезней растений (Agri Ibrahim Cecen University, Турция; Universidad de Cadiz, Испания; Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Китай).

В мире проводятся ряд исследований по определению разнообразия и особенностей растительных эндофитных бактерий, в том числе по следующим приоритетным направлениям: выделение и идентификация перспективных штаммов эндофитных бактерий; определение механизмов взаимодействия эндофитов и растений-хозяев; использование средств, основанных на активности эндофитов на территориях земледелия, подверженных различным стрессовым факторам; определение свойств эндофитов, стимулирующие рост и развитие растений, и оценка их потенциала.

Степень изученности проблемы. Исследования по биологии и оценке потенциала экстремофильных эндофитных бактерий растений - относительно новое, современное направление микробиологии и биотехнологии. В ряде зарубежных научных источников имеются сведения о потенциале галофитных растений (Ksourі и др., 2012; Hasanuzzamon и др., 2014; Jesus и др., 2015; Акинъшина и др., 2016), механизмах адаптации галофитных растений к засолению и другим стрессам (Shabala, 2013; Uzilday et al., 2015; Slama et al., 2015), механизмы выживания, используемые галофильными бактериями в условиях засоления (Sandhya et al., 2010; Qin et al., 2012); 2016), механизмы ризосферных и эндофитных бактерий для улучшения роста сельскохозяйственных культур на полях, подверженных воздействию стрессовых факторов (Arora et al., 2006, 2012; Dood, 2012; Timmusk et al., 2014; Khan et al., 2016, Etesami et al., 2017), о микробных препаратах и биостимуляторах, основанных на активности эндофитных бактерий (Tadros, 2013; Rhuphael et al., 2015; Feorentino et al., 2018). Эти данные свидетельствуют о том, что некоторые галофитные растения Узбекистана являются перспективными источниками экстремофильных эндофитных бактерий с высоким потенциалом.

В результате исследований, проведенных в нашей стране, из различных растений были выделены ризосферные и эндофитные бактерии, изучены их морфолого-культуральные, физиолого-биохимические характеристики (Эгамбердиева Д., 2007; Давранов К., 2008, 2013; Ахмедова З., 2008; Р. Жураева, 2011; Г. Джуманиязова, 2012; Ш. Аханбаев, 2024); подобраны

оптимальные условия выращивания активных штаммов, созданы и внедрены в практику микробные препараты на основе активности ризосферных и эндофитных бактерий, в регионах, подверженных засолению и засухе, доказано, что они улучшают рост некоторых сельскохозяйственных культур (В. Шурыгин, 2016; Х. Нарбаева, 2016; С. Мурадова, 2018); изучено распространение, разнообразие и дана характеристика эндофитных грибов растений, распространенных в разных биотопах (Т. Гулямова, Л. Абдулмянова, Д. Рузиева, 2018, 2022), выделены и изучены галотолерантные и термотолерантные бактерии ризосферы некоторых солеустойчивых растений, обладающих биотехнологическим потенциалом (Р. Жураева, 2011).

Высока вероятность того, что резкое изменение климата Узбекистана, в том числе, его юго-западных регионов, и масштабное воздействие стрессовых факторов увеличили разнообразие сообществ галотолерантных эндофитов в галофитах флоры этих регионов. Однако, в научных источниках очень малочисленны сведения о разнообразии галотолерантных эндофитных бактерий галофитных растений, их микробиологической характеристике, биохимических и других эффективных свойствах, а также о возможности использования их в качестве источника для перспективных микробных препаратов. Все это показывает, что глубоких фундаментальных исследований в этом отношении не проводились. Поэтому, выделение и идентификация галотолерантных эндофитных бактерий некоторых галофитов и оценка их биотехнологического потенциала, как перспективного источника стимуляции роста сельскохозяйственных культур на засоленных сельскохозяйственных территориях имеют не только научное, но и важное практическое значение.

Связь диссертационной работы с тематическими планами научных исследовательских работ высшего учебного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры генетики и биотехнологии Самаркандского государственного университета на 2018-2022 годы по теме «Исследование биотехнологического потенциала на основе генофонда живой природы Заравшанского оазиса», в рамках фундаментального проекта А-ФА-2021-428-«Микробные сообщества нынешнего Арала и Приаралья: разнообразие, характеристика и биотехнологические перспективы» (2021-2024 гг.) Института микробиологии АН Республики Узбекистан.

Целью исследования является выделение галотолерантных эндофитных бактерий из некоторых галофитов, распространенных в Узбекистане, выявление их биологических особенностей, оценка биоразнообразия и значения для практического использования.

Задачи исследования:

выделение эндофитных бактерий из галофитов, отбор галотолерантных изолятов путем выращивания их на питательной среде с различной концентрацией NaCl;

скрининг галотолерантных изолятов на предмет их антагонистических свойств по отношению патогенов, оценка влияния температуры на их рост;

отбор перспективных изолятов путем сравнения стимулирующих рост растений (синтез ИУК, АЦК-дезаминазы и сидерофоров, фиксация N₂, растворение фосфатов, стимуляция прорастания семян) и физиолого-биохимических свойств;

идентификация и определение систематического положения перспективных изолятов на основе секвенса последовательности гена 16S рРНК;

отбор активных штаммов путем оценки влияния обработки бактериальной суспензией на отдельные биометрические показатели сельскохозяйственных культур в полевых и вегетационных опытах;

оптимизация питательной среды, в которой выращиваются активные штаммы, разработка технологии приготовления микробного препарата, основанной на их активности и определение значения галотолерантных бактерий путем их практического использования.

Объектом исследования являются галотолерантные эндофитные бактерии саксаула черного - *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Iljin (в некоторых источниках *Haloxylon ammodendron* (С.А.Мей.) Bunge ex Fenzl), сарсазана - *Halocnemum strobilaceum* (Pall) Vieb и соляноколосника - *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch (в некоторых источниках *Halostachys caspica* (M. Vieb.) С.А. Май).

Предметом исследования являются разнообразие, биологические особенности и возможность использования в практике галотолерантных эндофитных бактерий, выделенных из галофитных растений.

Методы исследования. В исследованиях использованы микробиологические, биотехнологические, молекулярно-генетические, биохимические, физиологические, агротехнологические, агрохимические, токсикологические и статистические методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

из растений *Haloxylon aphyllum*, *Halocnemum strobilaceum* и *Halostachys belangeriana* путём культивирования в 10% NaCl питательной среде было выделено 65 галотолерантных бактериальных изолятов, среди них у 15 изолятов выявлена относительно высокая антагонистическая активность по отношению к фитопатогенным грибам (*Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Rhizoctonia solani*) и условно-патогенным бактериям (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*);

морфолого-культуральная характеристика и молекулярно-генетический анализ показали наличие у *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* и *H. belangeriana* 13 видов галотолерантных эндофитных бактерий, относящихся к 3 классам, 3 порядкам, 4 семействам и 5 родам. Впервые зафиксировано наличие в микробиоте этих растений видов *Isoptericola halotolerans* и *Bacillus endophyticus*, в результате чего дополнены сведения о таксономическом составе и разнообразии галотолерантных эндофитных бактерий растений;

установлено, что в стрессовых условиях продукция ИУК у штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* НАРН2 (77,8±4,4 мкг/мл) и *Bacillus subtilis* SSU16 (73,2±3,2 мкг/мл), солюбилизация фосфата у штамма *Bacillus pumilus* SSU4 (65,7±3,0 мкг/мл), продукция сидерофоров у штаммов *Pseudomonas*

chlororaphis HAST17 ($8,8 \pm 0,7$ мкг/мл), АСК-дезаминаза и фиксация N_2 , а также свойства стимуляции прорастания семян у штаммов *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *Planomicrobium soli* HAPH15, *P. chlororaphis* HAST17, *B. pumilus* SSU4, *Bacillus endophyticus* SSU7 в 1,7-8,2 раза выше по сравнению с другими штаммами;

в вегетативных и полевых опытах, проведенных на хлопчатнике, пшенице и огурце, доказано, что обработка семян суспензией штаммов *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 и *B. pumilus* SSU4 улучшает развитие корней до 16% и формирование побегов до 22% в условиях засоления в зависимости от вида культуры, а также положительное влияние на биометрические показатели, определяющие урожайность, такие как количество и диаметр продуктивных стеблей, массу корней;

обосновано проявление антагонистической активности в отношении фитопатогенов и стимуляция роста растений в стрессовых условиях у штаммов *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 и *B. pumilus* SSU4, за счет продукции вторичных метаболитов, таких как 3-метил-1-бутанол, бутанол-1, ацетофенон и тетраметилпирозин, а также установлено, что суспензии бактериальных культур этих штаммов не оказывают токсического действия на животных;

для активных штаммов галотолерантных бактерий подобрана питательная среда, состоящая из экстракта свеклы (15 г/л), муки из дождевых червей (15 г/л) и пивных дрожжей (5 г/л), создана технология производства жидкого микробного препарата «SB Shukrona» на основе штаммов *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 и *B. pumilus* SSU4 и доказано, что при использовании данного препарата можно достичь эффективности 12,9%-16,8% в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

установлены факторы, влияющие на рост и продуктивность галотолерантных бактерий, выделенных из растений *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* и *H. Belangeriana*, выбраны условия для перспективных штаммов, при которых их активность сохраняется на высоком уровне;

разработан Национальный стандарт Узбекистана (O'zMSt 92110001:2024) на технические условия по получению и применению биопрепарата «SB Shukrona» на основе штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* HAPH2, *Pseudomonas chlororaphis* HAST17 и *Bacillus pumilus* SSU4.

разработаны опытные образцы биопрепарата «SB Shukrona», повышающего устойчивость хлопчатника, пшеницы и огурца к засолению.

Достоверность результатов исследований. Достоверность результатов исследований подтверждаются тем, что результаты экспериментов получены с использованием современных методов исследования и соответствуют теоретическим данным, экспериментальные данные обработаны с использованием программы Origin Pro, получена статистическая достоверность среднеарифметических 3-х повторных экспериментов со значением $P < 0,05$, результаты диссертации опубликованы в престижных зарубежных научных журналах с высоким импакт-фактором, входящих в базу

данных Scopus, внедрение результатов подтверждены уполномоченными государственными организациями.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований заключается в том, что из галофитных растений выделены экстремофильные эндофитные бактерии, из числа изолятов выбраны и идентифицированы, с использованием современных методов, перспективные штаммы, определены свойства перспективных штаммов, стимулирующих развитие растений, обоснованы оптимальные условия выращивания штаммов, доказана способность галофитных эндофитных бактерий оказывать положительное влияние на развитие растений в условиях засоления и повышать их продуктивность. Полученные результаты обогащают теоретическую часть в области биотехнологии, микробиологии и сельского хозяйства.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что для увеличения объемов производства ферм и кластеров в земледелии засоленных территорий и ускоренного их развития разработан биопрепарат «SB Shukrona», состоящий из эндофитных бактериальных штаммов галофитов, обладающих эффективностью в засоленных условиях, который применен в засоленных и засушливых районах Бухарской, Ташкентской и Сурхандарьинской областей. Использование этого препарата способствует совершенствованию технологии выращивания хлопчатника и пшеницы в засоленных и засушливых районах.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по выделению галотолерантных эндофитных бактерий из некоторых галофитов, распространенных в Узбекистане, выявлению их биологических свойств, оценке их разнообразия и раскрытию их значения в практическом применении:

нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК 15 перспективных штаммов эндофитных бактерий, выделенных из галофитов, внесены в базу данных Национального центра биотехнологической информации (NCBI) под номерами MZ443975.1 (*Bacillus amyloliquefaciens* HAPH2), MZ443981.1 (*Bacillus toyonensis* HAPH8), MZ443985.1 (*Isoptericola halotolerans*) HAPH12), MZ443988.1 (*Plannomicrobium soli* HAPH15), MZ443989.1 (*Pseudomonas kilonensis* HAPH16), OK594050.1 (*Priestia megaterium* HAST2), OK594051.1 (*Priestia aryabhatai* HAST7), OK594052.1 (*Pseudomonas plecoglossicida* HAST9), OK594053.1 (*Pseudomonas putida* HAST10), OK594054.1 (*Pseudomonas chromraphis* HAST17), OK559720.1 (*Bacillus pumilus* SSU4), OK559721.1 (*Bacillus endophyticus* SSU7), OK559722.1 (*Bacillus subtilis* SSU16), OK559723.1 (*Isoptericola halotolerans* SSU18), OK559724.1 (*Pseudomonas kilonensis* SSU21) (<https://submit.ncbi.nlm.nih.gov/subs/?search=SUB9907630>). В результате, включенная в базу данных нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК эндофитных бактерий позволяет использовать их для филогенетического анализа в глобальном масштабе;

сведения, полученные на основе результатов исследований, проведённых по оценке разнообразия и свойств галотолерантных эндофитных бактерий,

выделенных из галофитных растений, принадлежащих к родам *Haloxylon*, *Halocnemum* и *Halostachys* использованы для изучения антифунгальных и стимулирующих рост сельскохозяйственных культур свойств микроорганизмов, а также для объяснения механизмов процессов, происходящих при участии эндофитных бактерий, в смягчении воздействия стрессовых факторов на растения в статьях, опубликованных в 7 зарубежных журналах с высоким импакт-фактором (IF): *Environmental Science and Pollution Research* (2023), IF-6.2, ISSN 1614-7499, (Scopus); *Microorganisms* (2022), IF-4.6, ISSN 2076-2607, (Scopus); *Plants* (2022; 2024), IF-4.5, ISSN 2223-7747 (Scopus); *AIMS Microbiology* (2024), IF-2.7, ISSN 2471-1888, (Scopus); *Molecular Biotechnology* (2024), IF-2.7, ISSN 1073-6085, (Scopus); *Russian Journal of Plant Physiology* (2023), IF-1.4, ISSN 16083407, (Scopus). В результате описание биологических механизмов позволило определить разнообразие эндофитных бактерий.

рекомендации по предпосевной обработке семян хлопчатника микробным препаратом на основе перспективных штаммов эндофитных бактерий, выделенных из галофитов, были внедрены в процессы выращивания хлопчатника на общей площади 108 гектаров в фермерских хозяйствах, относящихся к кластерам “ВСТ Cluster” Ромитанского района Бухарской области и “ТСТ Cluster” Куйичирчикского района Ташкентской области (Справка №01/22-913 от 27 ноября 2023 года Ассоциации «Хлопко-текстильные кластеры Узбекистана»). В результате, бактериизация семян микробным препаратом позволила в условиях засоления за счет стимуляции роста и развития хлопчатника получить дополнительную урожайность 3,2 ц хлопка с гектара;

практические рекомендации по обработке микробными препаратами, основанными на активности перспективных штаммов эндофитных бактерий, выделенных из галофитов, перед посевом семян при возделывании пшеницы и по снижению количества НРК до 20%, внедрены на 84 га площади Кластера «SCT Cluster» в Кизирикском районе Сурхандарьинской области. (Справка №01/22-913 от 27 ноября 2023 года Ассоциации «Хлопко-текстильные кластеры Узбекистана»). В результате, бактериизация семян микробным препаратом положительно влияя на формирование и развитие корней пшеницы, увеличила количество продуктивных стеблей до 14%, что обеспечило получение дополнительного урожая пшеницы 2,7 ц с гектара в условиях засухи, снижения потребления минеральных удобрений до 20%.

предложения по изучению эндофитных бактерий галофитных растений и их свойств, способствующих стимулированию роста растений, были интегрированы в содержание Стандартов квалификационных требований для студентов образовательных направлений 60510100 – Биология и 60710200 – Биотехнология (Справка № 02/01-01-73 от 17 ноября 2022 года Центра исследований развития высшего образования и внедрения передовых технологий при Министерстве высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан). В результате преподавание определенных тем, включенных в содержание квалификационных требований, позволит будущим

биологам и биотехнологам углубленно развивать навыки, связанные с этой областью.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждены на 17 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 40 научных работ, из них 17 научных статей, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 9 в республиканских и 7 в зарубежных журналах (6 из в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приведены материалы, обосновывающие актуальность и востребованность проведенных исследований, сформулированы цели, задачи, а также объекты и предметы исследований, показано соответствие темы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследований, показана теоретическая и практическая значимость полученных результатов, представлены сведения о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертационной работы.

В первой главе диссертации **“Биология галотолерантных бактерий, механизмы их адаптации к стрессовым факторам и значение”** рассмотрена проблема засоления в современных научных источниках, ее классификация и значение микроорганизмов в стимуляции роста растений в условиях засоления, описание галофитов эндофитных бактерий как нового источника для выделения, информация о некоторых галофитах с высоким потенциалом в Узбекистане, механизмы снижения стресса засоления в растениях эндофитными и галотолерантными бактериями. На основе анализа показана важность выделения эндофитных бактерий из галофитов, исследования и оценки их потенциала.

Во второй главе диссертации **“Методы выделения, выращивания, идентификации и оценки практического значения галотолерантных эндофитных бактерий”** описаны объекты исследования, районы отбора проб и проведения полевых экспериментов, описаны использованные в исследованиях микробиологические, биотехнологические, биохимические, генетические, агротехнологические, агрохимические, токсикологические, физиологические и статистические методы. Описаны методы выделения и культивирования бактерий, оценки потенциала роста изолятов в засоленных условиях, определения антигрибковой и антибактериальной активности изолятов, влияния температуры на скорость роста, азотфиксации, растворение фосфатов, продукции ИУК, продукции сидерофоров, определения выработки

АКК-дезаминазы, оценки физиолого-биохимических характеристик бактерий, выявления и описания их вторичных метаболитов, анализа химического состава почвы, проведения вегетативных и полевых экспериментов, оценки экономической эффективности.

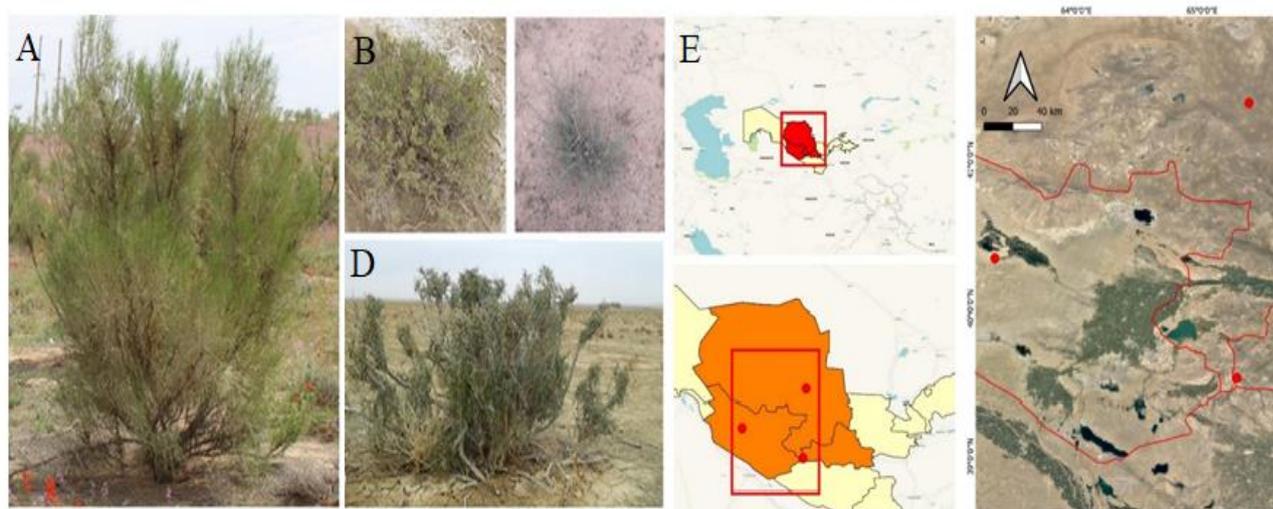


Рис. 1. Объект исследования (А-*H. aphyllum*; В-*H. strobilaceum*; D-*H. belangeriana*) и локация районов сбора проб (Е)

В третьей главе диссертации “Характеристика галотолерантных эндофитных бактерий, выделенных из некоторых галофитов” представлены результаты исследований по выделению, культивированию и оценке биологических свойств галотолерантных эндофитных бактерий из некоторых галоксерофитов, распространенных в юго-западных регионах Узбекистана.

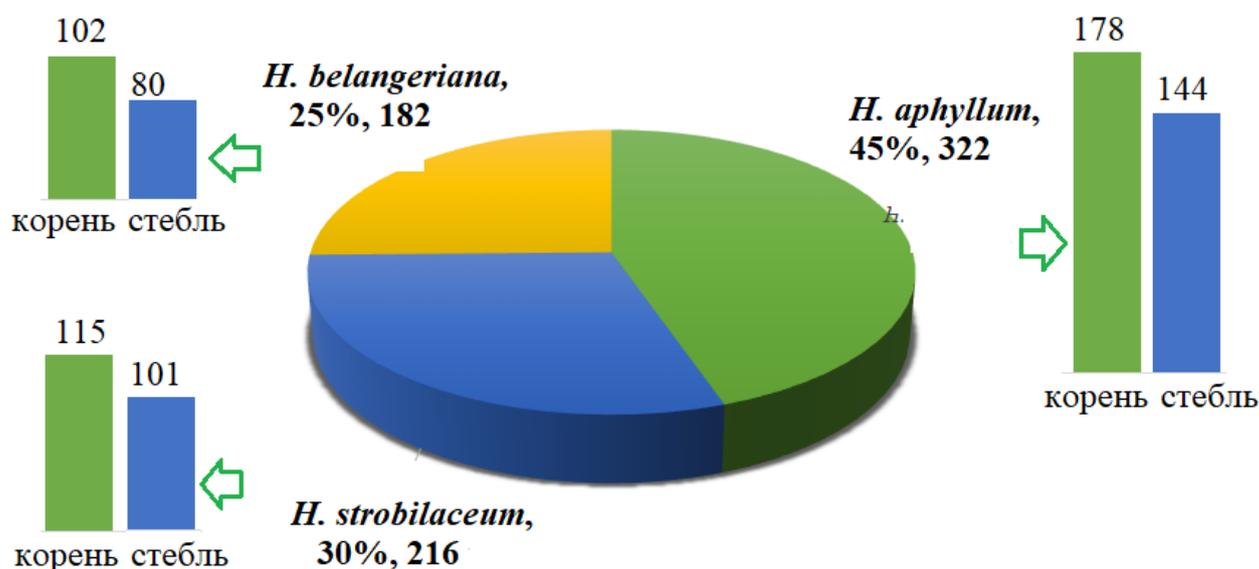


Рис. 2. Распределение выделенных изолятов по растениям и их вегетативным органам.

В качестве объектов исследования, на основе анализа современных научных источников, были выбраны три галоксерофитных растения (*H. aphyllum*, *H. strobilaceum* и *H. belangeriana*), галотолерантные эндофитные бактерии которых практически не изучены. Из корней и стеблей растений

было взято более 3000 сегментов и стерилизовано по соответствующей методике.

Всего из образцов, выросших на поверхности твердой питательной среды в чистой культуре, выделено 720 изолятов. 45% выделенных изолятов принадлежали *H. aphyllum*, 30% – *H. strobilaceum* и 25% – *H. belangeriana*. 54,4% этих изолятов было выделено из образцов корней, 45,6% - из образцов стеблей (рис. 2).

В ходе исследований были проведены эксперименты по выявлению галотолерантных бактерий из эндофитных бактерий, выделенных из галоксерофитов. Галотолерантные изоляты были отобраны путем определения способности роста изолятов в питательной среде, обогащенной 1,0, 2,5, 5,0 и 10,0% ного NaCl (табл. 1).

Таблица 1

Влияние засоления на рост эндофитных изолятов бактерий, выделенных из галофитов

Название растения	Количество выделенных изолятов	Концентрация NaCl, % (mM)			
		1,0 (165)	2,5 (430)	5,0 (880)	10,0 (1830)
		Количество выросших изолятов (%)			
<i>H. aphyllum</i>	322	283 (87,9)	245 (76,1)	209 (64,9)	20 (6,2)
<i>H. strobilaceum</i>	216	199 (92,1)	177 (81,9)	156 (72,2)	20 (9,3)
<i>H. belangeriana</i>	182	160 (87,9)	140 (76,9)	125 (68,7)	25 (13,7)
Всего	720	642 (89,2)	562 (78,1)	490 (68,1)	65 (9,0)

Как видно из таблицы 1, из 720 изолятов, выделенных из галоксерофитных растений, 642 (89,2%) росли на среде с 1,0% NaCl, 562 изолята (78,1%) росли на среде с 2,5% NaCl. Из общего количества изолятов 68,1% были способны расти на питательной среде с 5% NaCl. Только 65 из протестированных изолятов (9,0% от общего числа изолятов) росли в условиях экстремальной концентрации NaCl 10,0%. Эти 65 изолятов были отобраны как галотолерантные бактериальные изоляты, и дальнейшие этапы исследований были продолжены с этими изолятами.

Одним из механизмов стимуляции роста растения-хозяина и повышения его устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам эндофитных бактерий является борьба с фитопатогенами или биологический контроль их активности. Поэтому 65 изолятов, отобранных на предыдущих этапах исследования, были первоначально проверены на предмет их антагонистической активности в отношении патогенных грибов *F. solani*, *F. oxysporum* и *R. solani*, бактерий *E. coli*, *S. aureus* и *P. aeruginosa*. По результатам первичного скрининга у 15 из 65 протестированных изолятов отмечены антагонистические свойства в отношении всех возбудителей (рис. 3).

Согласно рисунку 3, у 23,0% исследованных изолятов (15 изолятов - НАРН2, НАРН8, НАРН12, НАРН15, НАРН16, НАСТ2, НАСТ7, НАСТ9, НАСТ10, НАСТ17, SSU4, SSU7, SSU16, SSU18, SSU21) отмечена активность против всех изученных патогенов. Также, 8,0% галотолерантных изолятов проявили антагонистическую активность против 5 патогенов, 23,0% -против 4 патогенов, 31% -против 3 патогенов; 9% -против 2 патогенов, 3% -против

одного патогена, а 3% изолята не проявили активность ни к одному патогену (рисунок 3).

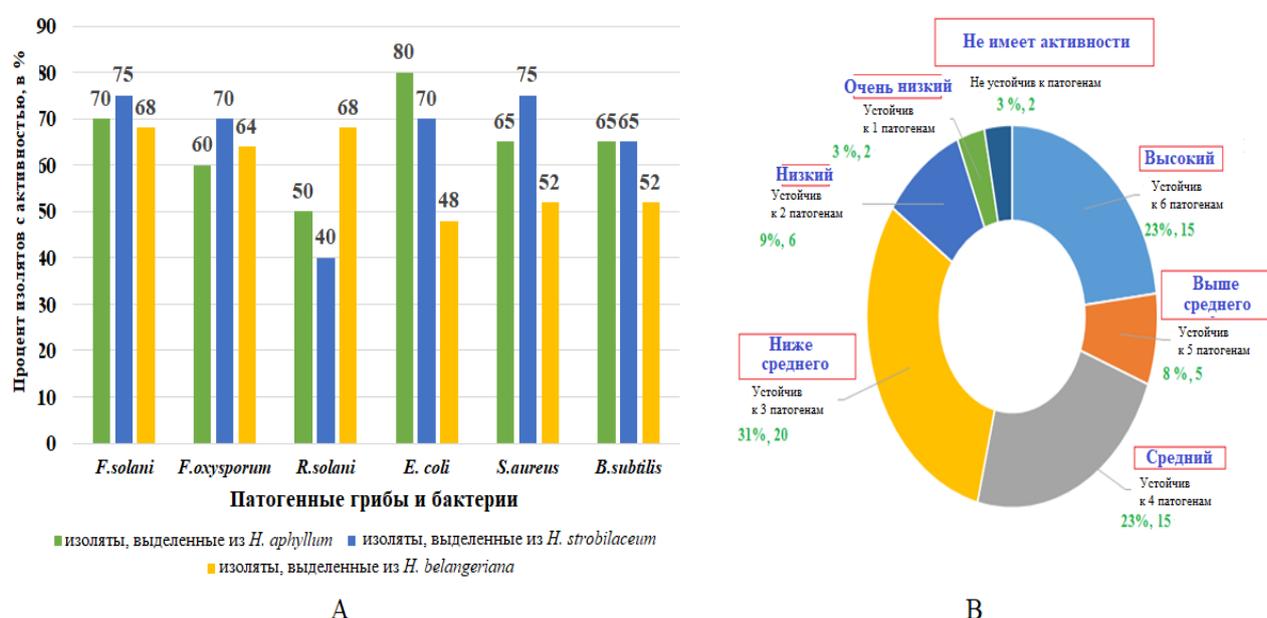


Рис. 3. Антагонистические свойства эндофитных бактериальных изолятов (А-доля изолятов с активностью в разрезе объектов исследования (%); Б-распределение изолятов на группы по антагонистическим свойствам).

Таблица 2

Устойчивость изолятов, выделенных по результатам первичного скрининга из изолятов галотолерантных эндофитных бактерий, к патогенным грибам и бактериям (n=5)

Название изолята	Антагонистическая активность (зона ингибирования, мм)					
	<i>F. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>R. solani</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Контроль *	24,1±1,2	-	26,8±1,3	26,0±0,8	30,0±1,6	25,0±0,8
НАРН2	22,7±1,4	26,5±1,0	30,4±1,7	20,9±0,7	29,4±1,4	31,8±1,0
НАРН8	16,3±1,0	14,4±1,2	22,6±1,0	21,8±1,0	19,6±1,0	24,6±1,1
НАРН12	20,5±0,9	0,0±0,0	18,0±1,3***	17,6±1,6	26,5±1,9	19,9±1,5
НАРН15	21,4±1,1	17,2±1,3	24,4±1,0	0,0±0,0	18,8±1,0	22,2±1,3
НАРН16	14,8±1,9	22,6±1,1	20,1±0,7	10,9±1,0	25,0±1,0	20,0±1,1
НАСТ2	18,5±1,0	22,4±1,3	21,4±1,3	17,8±1,5	0,0±0,0	28,3±1,0
НАСТ7	10,9±1,5	20,9±1,0	0,0±0,0	23,3±1,0	20,7±1,0***	24,1±1,2
НАСТ9	20,5±1,8	19,0±0,8	24,7±1,4	14,6±1,8	13,6±1,8	18,4±1,0
НАСТ10	17,3±1,0	23,5±1,1	12,3±1,0	22,9±1,4	24,8±1,0	30,3±1,1***
НАСТ17	22,6±1,3	22,0±1,4	28,4±1,6**	30,1±1,3**	22,9±1,6	27,1±1,5
SSU4	21,7±1,0	28,3±1,0	24,4±1,2	22,8±1,1	25,8±1,4	20,9±1,0
SSU7	23,6±0,9	0,0±0,0	18,6±1,0	20,4±1,5	26,6±1,0	22,3±1,1
SSU16	20,3±1,1**	24,0±1,0	19,5±0,7	24,5±1,3	21,4±1,7	19,1±0,8
SSU18	0,0±0,0	20,2±1,1	21,5±1,1	14,9±1,6	19,1±1,0	24,2±1,2
SSU21	21,2±1,0	16,1±1,0	25,2±0,8	0,0±0,0	17,5±1,0	14,0±1,9

Примечание: *Результаты исследований с использованием препарата «Базикол» (Смирнов, 2010) на противогрибковую активность и ампициллина (Шарма и др., 2022) на антибактериальную активность в качестве контроля; **статистически значимо при $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

В ходе экспериментов вторично проверяли активность 15 изолятов, отобранных как изоляты с высокой антагонистической активностью в отношении патогенов. По результатам скрининга, у изолята SSU7 отмечена высокая активность против *F. solani*, изолят НАРН2 - против *F. oxysporum*, *R. solani* и *S. aureus*, изолят НАСТ17 - против *E. coli* и изолят НАСТ10 - против *P. aeruginosa* (табл. 2).

Активность и рост микроорганизмов, в том числе бактерий, в основном определяются температурой окружающей среды. Поэтому в экспериментах оценено влияние температуры (20°C, 24°C, 28°C, 32°C, 36°C, 40°C) на рост перспективных изолятов (рис. 4).

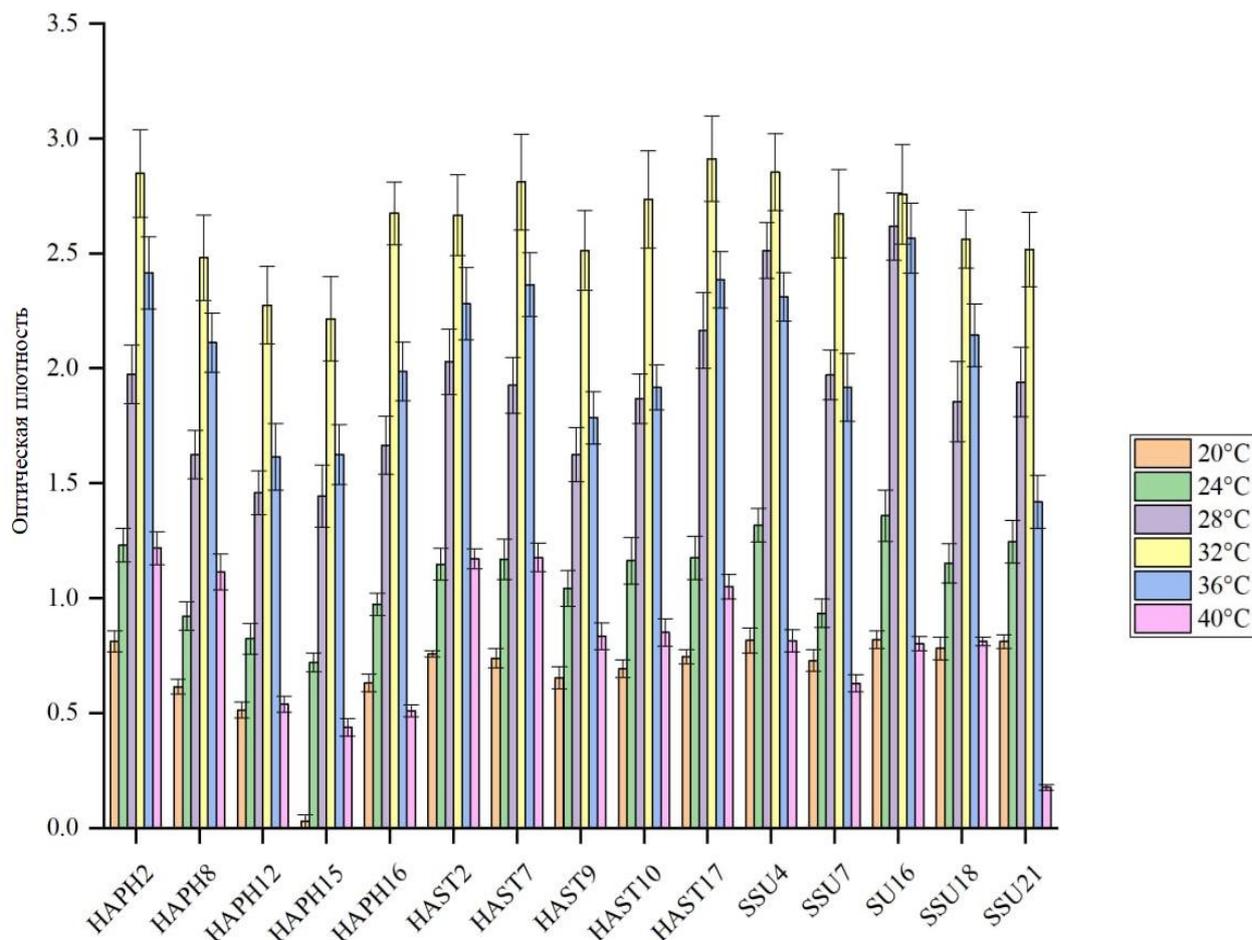


Рис. 4. Влияние температуры на рост галотолерантных изолятов (n=3)

На основании полученных данных отмечено, что оптимальная температура выращивания изолятов составляет +28-32°C. По результатам спектрометрического анализа, как штаммы с наибольшей скоростью роста при 32°C отмечены НАСТ17 (оптическая плотность 2,91), НАРН2 (2,85), SSU4 (2,85), НАСТ7 (2,81), SSU16 (2,76) и НАРН16 (2,67).

По мнению специалистов, эндофитные бактерии, живущие в тканях растений, устойчивы к воздействующим на растение стрессовым факторам, помогают смягчить негативное воздействие стрессовых факторов на организм-хозяина, обеспечить их рост и развитие.

В связи с этим, галофильные бактерии, выделенные из галофитов, используют ряд ключевых механизмов снижения солевого стресса у растений, основными из которых считаются синтез ИУК, АСК-дезаминазы, продукция сидерофоров, растворение нерастворимых фосфатов и азотфиксация, и эти характеристики изолятов были изучены в нормальных условиях и при засолении.

На основании данных о ростостимулирующих свойствах (азотфиксация, образование ИУК и сидерофоров, разложение нерастворимых фосфатов, продукция АСК-дезаминазы) перспективных изолятов отмечен высокий потенциал изученных свойств у эндофитных бактерий, выделенных из галофитных растений. Тот факт, что ряд бактериальных изолятов (НАРН2, НАСТ17, SSU4, SSU21) в определенной степени сохраняют ростстимулирующие свойства даже в условиях засоления, делается вывод, что этот факт обосновывает необходимость продолжения исследований по созданию средств, стимулирующих рост сельскохозяйственных культур в условиях засоления (табл. 3).

Присутствующие в растениях микроорганизмы, специфические физиологические и биохимические свойства эндофитных бактерий, а также выделяемые ими ферменты и биологически активные вещества, имеют большое значение в повышении толерантности и адаптации растений к различным воздействующим на них абиотическим и биотическим факторам.

В ходе исследования были изучены физиологические и биохимические свойства перспективных изолятов. Из исследованных изолятов 8 обладают протеолитической, 12 амилолитической, 11 целлюлолитической и 10 каталитической активностью. Также 6 изолятов проявили свойства денитрификации, 10 - гидролиза желатина и 9 - гидролиза крахмала.

Эндофитные бактерии, выделенные из галофитов, охарактеризовали как нейтрофильные бактерии на основании данных, полученных при выращивании изолятов на средах с разными показателями рН (все изоляты быстро росли на средах со средним рН 5-7). Поскольку только два изолята (НАСТ2, НАСТ7) росли при рН 3, и только три (НАРН2, SSU4 и SSU7) при рН 9, эти значения рН были выбраны как экстремальные условия для выбранных изолятов.

В ходе исследований оценивалось влияние обработки семян суспензией бактериальных культур перспективных изолятов на показатели всхожести семян сельскохозяйственных культур.

На основании полученных результатов отмечено благоприятное влияние обработки семян пшеницы, хлопчатника и огурца суспензией изолятов НАРН2, НАРН16, НАСТ2, НАСТ10, НАСТ17, SSU4, SSU7 и SSU16 по сравнению с другими изолятами. При обработке этими изолятами по сравнению с контролем ростовая способность пшеницы улучшалась до 10,0%, всхожесть - до 13,5%, хлопчатника - до 11,0% и 20%, огурца - до 9,5% и 13,5%.

Таблица 3

Свойства эндофитных бактерий, стимулирующих рост растений* n=3

Название изолятов	Фиксация N ₂		Образование ИУК, мкг/мл		Растворение фосфатов, мкг/мл		Образование АЦК- деаминазы		Синтез седерофора, мкг/мл	
	А**	В**	А	В	А	В	А	В	А	В
НАРН2	+++	++	162,1± 5,3	77,8± 4,4	124,5± 6,2	57,2± 3,7	+++	+	17,4± 1,0	8,1± 0,6****
НАРН8	++	+	119,0± 5,8	-	78,4±3 ,1	31,0± 2,8	-	-	8,0± 0,5	2,7± 0,2
НАРН12	+	+	103,4± 4,9	61,3± 3,7****	-	-	+	+	12,4± 0,8	3,4± 0,3
НАРН15	+++	+	111,3± 4,6	70,6± 3,1	-	-	++	+	19,3 ±1,2	8,2± 0,5
НАРН16	++	-	169,5± 6,1	54,9± 5,2	189,7± 8,1	50,6± 4,0	++	-	4,6± 0,3	-
НАСТ2	-	-	126,6± 7,2	-	98,8± 3,6	-	+	+	11,5± 0,8	4,0± 0,3
НАСТ7	++	+	99,0± 6,4	58,5± 3,4	106,5± 5,1	-	++	+	5,7± 0,4	1,8± 0,2
НАСТ9	+++	-	103,4± 4,9	39,8± 3,5	131,9± 6,0	44,6± 2,8****	+	-	-	-
НАСТ10	++	-	134,6± 7,1	-	67,6± 2,2	21,7± 1,9	-	-	13,8± 0,9	6,1± 0,4
НАСТ17	++	+	172,8± 5,0	71,6± 4,7	202,3± 7,6	60,4± 3,1	++	++	18,2± 1,0	8,8± 0,7
SSU4	++	+	168,0± 5,2	66,9± 4,0****	195,8± 9,5	65,7± 3,0	++	++	14,5± 0,8	4,1± 0,3
SSU7	+++	++	-	-	80,5± 3,0	-	-	-	12,2± 0,6	7,0± 0,4***
SSU16	+	+	155,3± 4,7	73,2± 3,2	-	-	+	+	5,4± 0,3	-
SSU18	+	+	141,3± 4,4	-	87,1± 3,6	24,6± 2,1****	++	+	-	-
SSU21	+++	-	80,6± 6,0	47,3± 3,7	118,8± 4,5	41,7± 2,6	+	+	11,4± 0,5	3,7± 0,2

Примечание: * - "+" – свойство присутствует; "-" – свойство отсутствует; **А) В нормальных (питательная среда по методике) условиях; В) в условиях (питательная среда насыщенной 10% NaCl) засоления; ***статистически значимо при p<0,05, ****p<0,01.

В качестве оптимального стандарта была выбрана обработка в течение 6 часов 20%-ной суспензией бактериальной культуры с концентрацией 10⁸ клеток/мл (рис. 5).

В главе III приведено сравнение и характеристика изолятов галотолерантных эндофитных бактерий, выделенных из некоторых галофитов, с целью отбора высокопотенциальных изолятов (табл. 4).

В результате было отмечено, что данные, полученные при сравнительном анализе характеристик 15 изолятов, вызвали трудности в выборе четко различимых изолятов для идентификации.



Рис. 5. Влияние обработки семян суспензией потенциальных изолятов на параметры всхожести семян пшеницы (А), хлопчатника (Б) и огурца (Г) в лабораторных условиях (n=3)

Хотя HAPH2, HAST17 и SSU4 были отмечены как изоляты с высоким потенциалом по большинству изученных характеристик, изоляты HAPH16 и SSU16 были перспективными по стимулированию всхожести семян, а другие штаммы были перспективными по другим свойствам. В связи с этим, был сделан вывод о целесообразности определения систематического положения всех 15 изолятов современными методами.

В IV главе диссертации **“Разнообразие галотолерантных эндофитных бактерий, выделенных из некоторых галофитов”** изложены результаты экспериментов, направленных на определение систематического положения изолятов, выделенных на начальном этапе исследований и считающихся перспективными.

В экспериментах, для секвенирования, из изолятов выделяли ДНК с использованием соответствующих методов, ДНК гена 16S рРНК амплифицировали методом ПЦР, продукты ПЦР подвергали электрофорезу, очищали согласно соответствующим инструкциям, а образцы секвенировали. По результатам сравнения полученной последовательности с последовательностью ближайших видов в GenBank было определено систематическое положение галотолерантных эндофитных бактерий (табл. 5).

В результате у изученных галофитных растений, взятых в качестве объектов исследования, обнаружено 13 видов галотолерантных эндофитных бактерий, принадлежащих к 3 классам, 3 порядкам, 4 семействам и 5 родам. Анализируя распределение эндофитных видов бактерий в разрезе классов, было отмечено, что 61% видов относятся к классу Bacilli. Также установлено, что 4 вида относятся к классу Proteobacteria, а 1 вид - к классу Actinobacteria. 54% видов принадлежат к семейству Bacillaceae; 31% - к семейству Pseudomonadaceae; по одному виду относятся к семействам Planococcaceae и Promicromonosporaceae. Анализ по отрядам показал, что эндофитные виды бактерий относятся к 5 отрядам (Isoptericola, Bacillus, Priestia, Plannomicrobium, Pseudomonas) (табл. 6).

Таблица 5

Степень сходства нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК перспективных штаммов галотолерантных эндофитных бактерий с нуклеотидными последовательностями родственных видов в генбанк

Изолированные штаммы, депонированные в GenBank			Существующие в генбанке		
Изолят	Длина (bp)	Номер доступа	Штаммы	Номер доступа	Процент идентичности, %
НАРН2	1465	MZ443975	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> WS-1	LN864483.1	99,79
НАРН8	1411	MZ443981	<i>Bacillus toyonensis</i> IMA7	MK424259.1	99,79
НАРН12	1456	MZ443985	<i>Isoptericola halotolerans</i> NBRC 104116	AB489222.1	99,66
НАРН15	1454	MZ443988	<i>Planomicrobium soli</i> XN13	NR_134133.1	99,72
НАРН16	1466	MZ443989	<i>Pseudomonas kilonensis</i> R-54757	LN995719.1	99,59
HAST2	1467	OK594050	<i>Priestia megaterium</i> PZG_S16	KY660610.1	99,93
HAST7	1485	OK594051	<i>Priestia aryabhatai</i> L42	KU179345.1	99,87
HAST9	1427	OK594052	<i>Pseudomonas plecoglossicida</i> FST1	MH165359.1	99,79
HAST10	1488	OK594053	<i>Pseudomonas putida</i> A1	MK680517.1	99,87
HAST17	1478	OK594054	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> ST-1	GU947817.1	99,73
SSU4	1500	OK559720	<i>Bacillus pumilus</i> soapstock18B	MN750426.1	99,73
SSU7	1478	OK559721	<i>Bacillus endophyticus</i> IHBB 9943	KR085883.1	99,73
SSU16	1543	OK559722	<i>Bacillus subtilis</i> KA9	MT491101.1	99,74
SSU18	1469	OK559723	<i>Isoptericola halotolerans</i> NBRC 104116	AB489222.1	99,66
SSU21	1480	OK559724	<i>Pseudomonas kilonensis</i> R-54757	LN995719.1	99,8

Анализ исследованных растений показал, что среди галотолерантных бактерий доминируют виды, относящиеся к классу Bacilli, порядку Bacillales, семейству Bacillaceae, роду Bacillus, а также к классу Proteobacteria, порядку Pseudomonadales, семейству Pseudomonadaceae, роду Pseudomonas. При этом, 38% видов (5 видов) выделены из *H. strobilaceum*, 23% (3 вида) из *H. aphyllum*, 23% (3 вида) из *H. belangeriana* и 16% (2 вида) из *H. aphyllum* и *H. belangeriana*. В результате исследований отмечается, что 61% видов (8 видов) выделено из корней, 31% (4 вида) из стеблей и 8% (1 вид) как из корней, так и из стеблей.

В ходе исследований были созданы филогенетические деревья идентифицированных видов на основе последовательностей гена 16S рРНК и выявлена их филогения.

Глава V диссертации “**Возможности практического применения галотолерантных эндофитных бактерий**” посвящена изучению влияния перспективных штаммов галофитных эндофитных бактерий на рост и продуктивность сельскохозяйственных культур в нормальных и засоленных условиях, описанию вторичных метаболитов и характеристик токсичности

перспективных штаммов галофитных эндофитных бактерий, технологии получения микробного препарата на основе активности галофитных эндофитных бактерий, повышающего устойчивость к засолению и обновлению его экономической эффективности.

Таблица 6

Разнообразие галотолерантных эндофитных бактерий, выделенных из галофитов

Класс	Порядок	Семейство	Отряд	Вид
Actino- bacteria	Micrococ- cales	Promicromo- nosporaceae	Isopetricola	<i>I. halotolerans</i>
Bacilli	Bacil- lales	Bacillacea	Bacillus	<i>B. amyloliquefaciens</i>
				<i>B. endophyticus</i>
				<i>B. pumilus</i>
				<i>B. subtilis</i>
				<i>B. toyonensis</i>
		Priestia	<i>P. aryabhatai</i>	
				<i>P. megaterium</i>
		Planococ- caceae	Planomicrobium	<i>P. soli</i>
Proteo- bacteria	Pseudomo- nadales	Pseudomo- nadaceae	Pseudomonas	<i>P. chlororaphis</i>
				<i>P. kilonensis</i>
				<i>P. plecoglossicida</i>
				<i>P. putida</i>

В вегетативных опытах изучено влияние обработки семян бактериальной культуральной суспензией перспективных штаммов на развитие корней и проростков на начальном этапе развития пшеницы, хлопчатника и огурца в нормальных и засоленных условиях. В результате в нормальных условиях штаммы *B. amyloliquefaciens* НАРН2, *P. chlororaphis* НАСТ17 и *B. pumilus* SSU4 в посевах улучшили развитие корня и проростков до 18,0-24,0 % по сравнению с контролем в зависимости от вида культуры, в условиях соленности - до 12,0-16,0%; развитие стебля на 24,0-32,0% в зависимости от вида культуры, а в среде с засолением до 18,0-22,0%.

На рисунке 7 показано влияние вышеупомянутых штаммов на развитие растений на примере пшеницы. В опытах, проведенных на хлопчатнике и огурце, было отмечено, что стимулирующий эффект этих штаммов отличается от других штаммов. Поэтому последующие этапы исследований были продолжены на основе этих трех штаммов.

С помощью полевых экспериментов отмечено, что совместное применение штаммов *B. amyloliquefaciens* НАРН2, *P. chlororaphis* НАСТ17 и *B. pumilus* SSU4 оказывает положительное влияние на развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. В небольших полевых опытах общее количество стеблей у пшеницы в варианте, обработанном «условным микробным препаратом», увеличилось на 6,7-8,6% по сравнению с

контрольными вариантами; количество продуктивных стеблей на 5,9-8,8%; длина стебля на 20,1-24,5%; сухая масса корней на глубине 0-60 см на 0,11-1,13 г/раст.; масса 1000 зерен увеличилась на 16,9-19,0%, урожайность - на 0,04-0,06 кг/м²; у хлопчатника количество проросших растений повысилась на 118,0±3,9 раст./м², длина стебля на 86,5±4,0 см, диаметр стебля на 2,1± 0,1 см, масса корней на глубине почвы 0-60 см на 11,3±0,3 г/растение, масса 1000 семян на 113,5±2,9/г, продуктивность достигала 0,37±0,01 кг/м², все показатели улучшаются на 12-20% по сравнению с контролем, а у огурца длина стебля, масса корня и урожайность увеличиваются на 11,1%, 12,9% и 14,5% по сравнению с необработанным вариантом. В результате отмечено, что штаммы *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 и *B. pumilus* SSU4, имеют потенциал стать основой для создания микробного препарата.

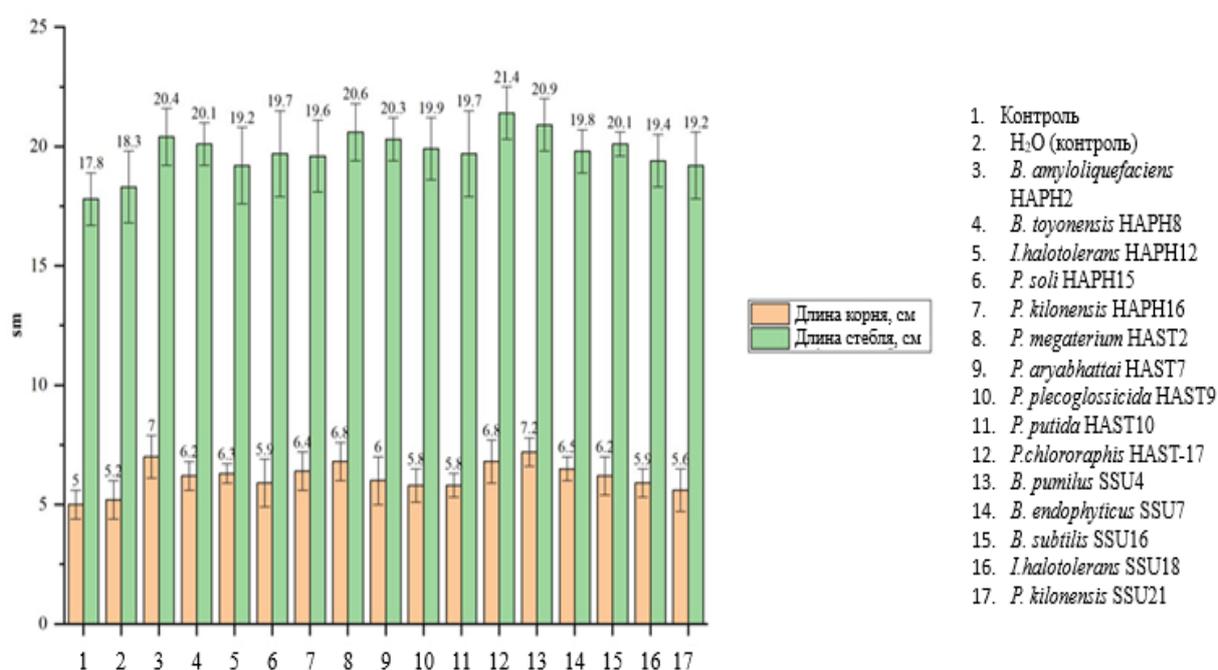


Рис. 6. Влияние обработки бактериальной суспензией перспективных штаммов эндофитных бактерий на развитие и корнеобразование пшеницы (n=3)

Широко используемые в практике механизмы стимуляции роста растений и устойчивости к фитопатогенам штаммов бактерий непосредственно основаны на химических свойствах выделяемых ими метаболитов. Поэтому, в ходе исследований были проведены анализы с целью выявления и характеристики некоторых вторичных метаболитов эндофитных штаммов бактерий, выбранных в качестве основы для микробного препарата (рис. 7).

На основании полученных данных и характеристики метаболитов делается вывод о том, что эти штаммы обладают механизмами, основанными на использовании их вторичных метаболитов, для проявления своих антагонистических свойств в отношении фитопатогенов и стимуляции роста растений, находящихся под воздействием стрессовых факторов.

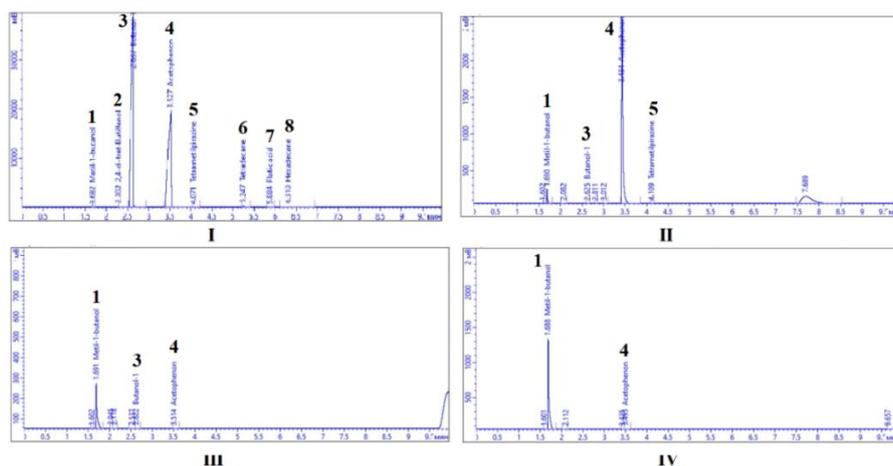


Рис. 7. ГЖХ-хроматограмма культуральных жидкостей перспективных штаммов (При этом: I – Стандарт; II – *B. amyloliquefaciens* HAPH2; III – *P. chlororaphis* HAST17; IV – *B. pumilus* SSU4; 1-3-метил-1-бутанол; 2- 2,4-ди-трет-бутилфеол; 3-бутанол-1; 4-ацетофенон; 5-тетраметилпиразин; 6-тетрадекан; 7-фталевая кислота; 8-гексадекан).

В экспериментах, проведенных в виварии в лабораторных условиях, 20%-ная суспензия культуральной жидкости штаммов *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 и *B. pumilus* SSU4, где титр клеток доводился до 10^8 кл/мл, не оказали отрицательного влияния на физиологические показатели *O. cuniculus* (домашний кролик) и *M. musculus* (лабораторная мышь). В результате был сделан вывод, что данные штаммы не являются токсикогенными для животных.

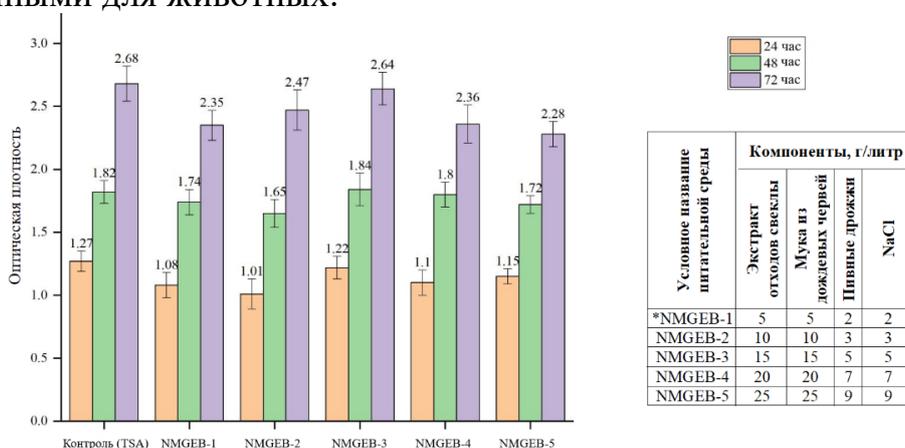


Рис. 9. Влияние культивирования на питательных средах различного состава на рост штаммовых ассоциаций (n=3)

В ходе исследований по созданию технологии разработки микробного препарата были проведены эксперименты, направленные на подбор состава питательной среды на основе использования местного сырья для выращивания культур. В экспериментах в качестве потенциальных альтернативных источников кормовой добавки были исследованы: мука из дождевых червей (пептон), отходы кормовой свеклы (углеводы) и дрожжи отходов пивной промышленности (белок). Спектрометрический анализ показал, что оптическая плотность бактериальной суспензии при совместном выращивании штаммов бактерий на питательной среде NMGEB-3 (экстракт свеклы - 15 г/л, мука дождевого червя - 15 г/л, пивные дрожжи - 5 г/л, NaCl - 5 г/л). имел наиболее близкие значения к показателям в питательной среде

контрольного варианта, и для получения препарата было рекомендовано использовать питательную среду с данным составом (рис. 9). На основании полученных результатов и выбранных параметров разработана технология создания микробного препарата «SB Shukrona» для обработки семян перед посевом на основе *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 и *B. pumilus* SSU4 (рис. 10).

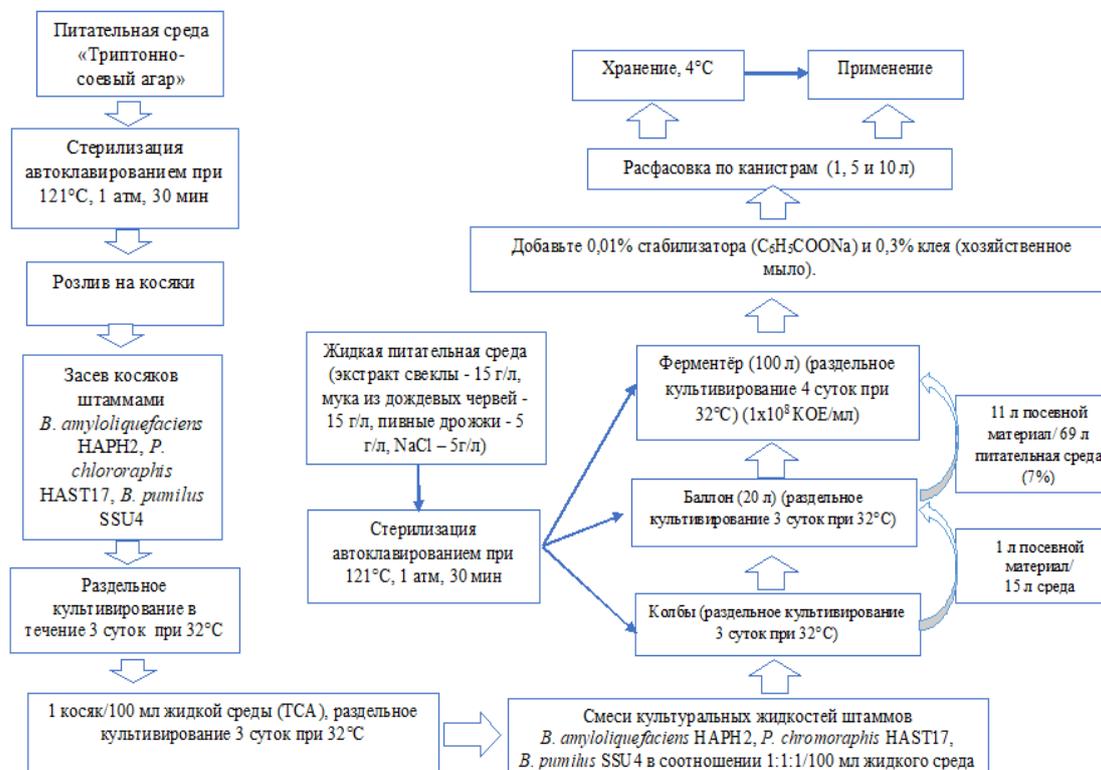


Рис.10. Технология получения микробных препаратов, основанная на активности эндофитных бактерий галофитов

Таблица 7

Влияние микробного препарата «SB Shukrona» на урожайность сельскохозяйственных культур, центнер/га (n=3)

Культура	Норма посева, кг/га	Количество используемого препарата (объем рабочей жидкости), л/га				
		0,0 (0,0)	3,0 (15)	4,0 (20)	5,0 (25)	6,0 (30)
Пшеница	220	56,4±0,5	58,1±0,3*	59,2±0,2	60,9±0,2	57,5±0,4
		r=0,5718				
		0,0	0,5 (2,5)	1,0 (5,0)	1,5 (7,5)	2,0 (10)
Хлопчатник	30	31,8±0,3	33,9±0,4	35,5±0,4**	35,0±0,4	34,3±0,2
		r=0,6761				
		0,0	0,05 (0,25)	0,075 (0,375)	0,1 (0,5)	0,125 (0,625)
Огурец	1,5	669,1±7,6	687,5±10,8	704,2±11,9	718,4±13,5	707,0±8,4*
		r=0,9116				

Примечание: *статистически значимо при $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

На основе данной технологии были разработаны и апробированы в сельскохозяйственной практике экспериментальные образцы микробного препарата (табл. 7). В тестовых экспериментах выбраны нормы использования препарата для пшеницы и хлопчатника на полях фермерского хозяйства

«Рахимджон Бекмуров» Нарпайского района Самаркандской области, для огурцов в теплицах, принадлежащих ООО «Тепличный комплекс Мадина» Акдарьинского района Самаркандской области. В результате, в качестве оптимальной нормы внесения препарата, были рекомендованы 5,0 л/га для пшеницы, 1,0 л/га для хлопка и 0,1 л/га для огурца. Путем анализа показателей урожайности, полученных в тестовых опытах, оценена экономическая эффективность использования микробного препарата «SB Shukrona» (табл. 8).

Таблица 8

Экономическая эффективность использования микробного препарата «SB Shukrona»

Показатели	Группа	Вид культуры		
		Пшеница	Хлопчатник	Огурец
Урожайность, ц/га	Контроль	56,4	31,5	669,0
	Опыт	60,9	35,5	718,0
Все расходы, тыс.сум/га	Контроль	13018,4	23317,9	73015,8
	Опыт	13318,4	23407,9	73035,8
Валовая прибыль*, тыс.сум/га	Контроль	14382,0	24570,0	167250,0
	Опыт	15529,5	27690,0	179500,0
Чистая прибыль, тыс.сум/га	Контроль	1363,6	1252,1	94234,2
	Опыт	2211,1	4282,1	106464,2
Рентабельность, %	Контроль (А)	+10,5	+5,4	+129,0
	Опыт (В)	+16,6	+18,3	+145,8
Эффективность (В-А), %		5,1	12,9	16,8

Примечание*: цена одного кг продукции (тыс. сум): пшеница - 2,55; хлопчатник - 7,80; огурец - 2,5 (2023г.).

Отмечается, что применение данного микробного препарата повышает экономическую эффективность на пшенице до 16,6%, на хлопке до 12,9% и на огурце до 16,8%. В целом, растения *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* и *H. belangeriana*, распространенные в Узбекистана, могут служить новыми источниками выделения галотолерантных эндофитов, имеющих высокое значение и, которые могут быть использованы в различных перспективных направлениях.

ВЫВОДЫ

В результате исследований, проведенных в рамках докторской диссертации по теме «Галотолерантные бактерии некоторых галофитов: характеристика, разнообразие и значение», были сделаны следующие выводы:

1. Среди бактериальных изолятов, выделенных из вегетативных органов галоксерофитных растений *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* и *H. belangeriana*, было отобрано 65 изолятов, которые росли на питательной среде, содержащей 10,0% NaCl. 23,0% из отобранных галофильных изолятов (15 изолятов - НАРН2, НАРН8, НАРН12, НАРН15, НАРН16, НАСТ2, НАСТ7, НАСТ9, НАСТ10, НАСТ17, SSU4, SSU7, SSU16, SSU18, SSU21) показали высокую антагонистическую активность в отношении таких возбудителей, как *F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*, *E. coli*, *S. aureus* и *P. Aeruginosa*.

2. Отмечено, что изоляты НАРН2, НАСТ17 и SSU4 обладали более высокими свойствами стимулирующими рост растений (ИУК, АЦК-дезаминаза и синтез сидерофоров, фиксация N₂, растворение фосфатов, стимуляция прорастания семян) как в нормальных условиях так и в условиях

засоления. Эти изоляты продуцировали, соответственно, $77,8 \pm 4,4$ мкг/мл, $71,6 \pm 4,7$ мкг/мл и $66,9 \pm 4,0$ мкг/мл ИУК в условиях засоления, обработка бактериальными суспензиями изолятов увеличивает потенциал роста семян сельскохозяйственных культур на 9,5-11,0%, степень всхожести семян на 13,5-20%, что говорит о способности, в определенной степени, сохранять биологические особенности этих бактерий в условиях стрессовых факторов.

3. По данным анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК, у исследованных галофитов встречается 13 видов галотолерантных эндофитных бактерий, принадлежащих к 3 классам, 3 порядкам, 4 семействам и 5 родам. В эндомикрофлоре изученных растений доминируют виды родов *Bacillus* (5 видов) и *Pseudomonas* (4 вида). Эти результаты указывают на разнообразии эндофитных бактерий в растениях *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* и *H. belangeriana*, и они являются новыми источниками для выделения эндофитных бактерий.

4. В вегетативных и полевых опытах доказано, что обработка семян суспензиями штаммов *B. amyloliquefaciens* НАРН2, *P. chlororaphis* НАСТ17 и *B. pumilus* SSU4 ускоряет рост посевов и положительно влияет на их урожайность. Так как эти штаммы не имели взаимных антагонистических отношений при перекрестном культивировании, они были выбраны для приготовления микробного препарата.

5. ГЖХ хроматограммный анализ культуральной жидкости штаммов бактерий, являющихся основой микробного препарата, показал, что в культуральной жидкости *B. amyloliquefaciens* НАРН2 присутствуют 3-метил-1-бутанол, бутанол-1, ацетофенон, тетраметилпирозин и 5 других веществ, не включенных в стандарт; в культуральной жидкости *P. chlororaphis* НАСТ17 - 3-метил-1-бутанол, бутанол-1, ацетофенон и еще 4 вещества, не включенные в стандарт; а в культуральной жидкости *B. pumilus* SSU4 - 3-метил-1-бутанол, ацетофенон и еще 4 вещества, не включенных в стандарт. Выявлено, что 20% ная суспензия культуральной жидкости штаммов *B. amyloliquefaciens* НАРН2, *P. chlororaphis* НАСТ17 и *B. pumilus* SSU4, с титром 10^8 кл/мл, нетоксична для животных.

6. Рекомендуется использование улучшенной питательной среды для выращивания штаммов *B. amyloliquefaciens* НАРН2, *P. chlororaphis* НАСТ17 и *B. pumilus* SSU4 (экстракт свеклы - 15 г/л, мука дождевых червей - 15 г/л, пивные дрожжи - 5 г/л, NaCl - 5 г).

7. На основе выделенных штаммов разработана и апробирована в сельскохозяйственной практике технология приготовления и опытные образцы микробного препарата «SB Shukrona», подобраны нормы применения препарата (5,0 л/га для пшеницы, 1,0 л/га для хлопка и 0,1 л/га для огурца). Применение данного микробного препарата позволило получить дополнительный урожай: 4,5 ц/га у пшеницы, 4,0 ц/га у хлопчатника, 48 ц/га у огурца и повысить экономическую эффективность на 12,9–16,8%. Поэтому в условиях засоления рекомендуется использовать микробный препарат «SB Shukrona» при выращивании сельскохозяйственных культур.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREE
DSc.02/30.12.2019.B.38.01 AT THE INSTITUTE OF MICROBIOLOGY**

**SAMARKAND STATE UNIVERSITY NAMED AFTER SHAROF
RASHIDOV**

ALIKULOV BEGALI SAYDULLAEVICH

**HALOTOLERANT BACTERIA OF SOME HALOPHYTES:
PROPERTIES, DIVERSITY AND IMPORTANCE**

03.00.04-Microbiology and virology, 03.00.12 – Biotechnology

**DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of biological sciences (DSc)**

Tashkent - 2025

This dissertation of DSc has been registered under the number B2025.2.DSc/B13 at the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation has been performed at the Samarkand State University.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (summary)) is posted on the web page of the Scientific Council website (info-microbio@academy.uz) and "Zionet" and Information of Education portal (www.zionet.uz).

Scientific supervisors:

Ismailov Zafar Fayzullayevich
doctor of biological sciences, professor

Official opponents :

Shakirov Zoir Soatovich
doctor of biological sciences, professor

Tashpulatov Jaylon Jamondinovich
doctor of biological sciences

Sasmskov Sobirdjon Anarmatovich
doctor of biological sciences, professor

Leading organisation:

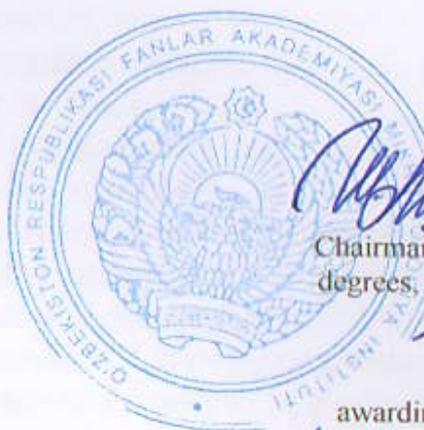
National University of Uzbekistan

The defense of the dissertation will take place on «06» November 2025 in 10⁰⁰ am at the at the meeting of the Scientific Council DSc.02/30.12.2019.B.38.01 of the Institute of Microbiology at the following address: 100128, Tashkent, 7B A.Kadyri str., conference hall of the Institute of Microbiology. Phone: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, Fax: (+99871) 241-92-71), e-mail: info-microbio@academy.uz

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre at the Institute of Microbiology under № (Address: 100128, Tashkent, 7B A.Kadyri str., administration building of the Institute of Microbiology, floor 5, library. Phone: (+99871) 241-92-28.

The abstract of the dissertation has been distributed on «13» November 2025.

Protocol at the register No.8 on «13» November 2025).



Aripov Takhir Fatikhovich
Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, Doctor of Biological Sciences, Academician

Juraeva Rokhila Nazarovna
Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, PhD, Senior researcher

Gulyamova Tashkhan Gafurovna
Chairman of the academic seminar under the scientific council on award of scientific degrees, Doctor of Biological Sciences, Professor

INTRODUCTION (Abstract of the thesis)

The aim of the study is to isolate halotolerant endophytic bacteria from some halophytes common in Uzbekistan, identify their biological characteristics, assess biodiversity and reveal their practical significance.

The object of the study is halotolerant endophytic bacteria of black saxaul - *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Iljin (in some sources *Haloxylon ammodendron* (C.A.Mey.) Bunge ex Fenzl), sarsazan - *Halocnemum strobilaceum* (Pall) Bieb and saltwort - *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch (in some sources *Halostachys caspica* (M. Bieb.) C.A. May).

Scientific novelty of the research work is as follows:

from the plants *Haloxylon aphyllum*, *Halocnemum strobilaceum* and *Halostachys belangeriana*, 65 halotolerant bacterial isolates were isolated by growing on a medium with 10% NaCl, among which 15 possessed high antagonistic activity against phytopathogenic fungi (*F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*) and opportunistic bacteria (*E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*);

morphocultural characteristics and molecular genetic analysis showed the presence of 13 species of halotolerant endophytic bacteria in *H. aphyllum*, *H. strobilaceum* and *H. belangeriana*, belonging to 3 classes, 3 orders, 4 families and 5 genera. For the first time, the presence of *Isopterocola halotolerans* and *Bacillus endophyticus* species in the microbiota of these plants was recorded, as a result of which information on the taxonomic composition and diversity of halotolerant endophytic bacteria in plants was enriched;

it was found that under stress conditions, IAA production in *Bacillus amyloliquefaciens* HAPH2 (77.8±4.4 µg/ml) and *Bacillus subtilis* SSU16 (73.2±3.2 µg/ml) strains, phosphate solubilization in *Bacillus pumilus* SSU4 strain (65.7±3.0 µg/ml), siderophore production in *Pseudomonas chlororaphis* HAST17 strains (8.8±0.7 µg/ml), ASA deaminase and N₂ fixation, as well as seed germination stimulation properties in *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *Planomicrobium soli* HAPH15, *P. chlororaphis* HAST17, *B. pumilus* SSU4, *Bacillus endophyticus* SSU7 strains increased by 1.7-8.2 times higher compared to other strains;

in vegetative and field experiments conducted on cotton, wheat and cucumber, it was proven that seed treatment with a suspension of the strains *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 and *B. pumilus* SSU4 improves root development by up to 16% and shoot formation by up to 22% under salinity conditions depending on the type of crop, as well as a positive effect on biometric indicators that determine yield, such as the number and diameter of productive stems, root weight;

the manifestation of antagonistic activity against phytopathogens and stimulation of plant growth under stress conditions in strains *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 and *B. pumilus* SSU4, due to the production of secondary metabolites such as 3-methyl-1-butanol, butanol-1, acetophenone and tetramethylpyrazine, was substantiated, and it was also established that suspensions of bacterial cultures of these strains do not have a toxic effect on animals;

for active strains of halotolerant bacteria, a nutrient medium consisting of beet extract (15 g/l), earthworm meal (15 g/l) and brewer's yeast (5 g/l) was selected, a technology for the production of a liquid microbial preparation "SB Shukrona" based on the strains *B. amyloliquefaciens* HAPH2, *P. chlororaphis* HAST17 and *B. pumilus* SSU4 was created and it was proven that when using this preparation, it is possible to achieve an efficiency of 12.9% -16.8% depending on the type of agricultural crop.

Implementation of research results. Based on the obtained scientific results on the isolation of halotolerant endophytic bacteria from some halophytes common in Uzbekistan, the identification of their biological properties, the assessment of their diversity and the disclosure of their significance in practical application:

the nucleotide sequence of the 16S rRNA gene of 15 promising strains of endophytic bacteria isolated from halophytes were entered into the database of the National Center for Biotechnology Information (NCBI) under numbers MZ443975.1, MZ443981.1, MZ443985.1, MZ443988.1, MZ443989.1, OK594050.1, OK594051.1, OK594052.1, OK594053.1, OK594054.1, OK559720.1, OK559721.1, OK559722.1, OK559723.1, OK559724.1 (Certificate No. 4/17-9/1-10-6544 dated January 9, 2024, Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan). As a result, the nucleotide sequence of the 16S rRNA gene of endophytic bacteria included in the database allows them to be used for phylogenetic analysis on a global scale;

The data obtained from the results of studies conducted to assess the diversity and properties of halotolerant endophytic bacteria isolated from halophytic plants belonging to the genera *Haloxylon*, *Halocnemum* and *Halostachys* were used to study the antifungal and crop growth-promoting properties of microorganisms, as well as to explain the mechanisms of processes occurring with the participation of endophytic bacteria in mitigating the effects of stress factors on plants in 7 foreign journals with a high impact factor (IF): *Environmental Science and Pollution Research* (2023), IF-6.2, ISSN 1614-7499, (Scopus); *Microorganisms* (2022), IF-4.6, ISSN 2076-2607, (Scopus); *Plants* (2022; 2024), IF-4.5, ISSN 2223-7747 (Scopus); *AIMS Microbiology* (2024), IF-2.7, ISSN 2471-1888, (Scopus); *Molecular Biotechnology* (2024), IF-2.7, ISSN 1073-6085, (Scopus); *Russian Journal of Plant Physiology* (2023), IF-1.4, ISSN 16083407, (Scopus);

the results of the dissertation, including practical recommendations for the treatment with microbial preparations based on the activity of promising strains of endophytic bacteria isolated from halophytes before planting seeds, have been implemented in the process of cotton cultivation on a total area of 108 hectares of the farms "BCT Cluster" of the Romitan district of the Bukhara region and "TCT Cluster" of the Nizhne-Chirchik district of the Tashkent region (Certificate No. 01 / 22-913 dated November 27, 2023 of the Association of Cotton and Textile Clusters of Uzbekistan). As a result, bacterization of seeds with a microbial preparation made it possible to obtain an additional yield of 3.2 centners of cotton per hectare in saline conditions due to stimulation of the growth and development of cotton;

practical recommendations for treatment with microbial preparations based on the activity of promising strains of endophytic bacteria isolated from halophytes

before planting seeds during wheat cultivation and for reducing the amount of NPK to 20% have been implemented on 84 hectares of the SCT Cluster in the Kyzyrik district of the Surkhandarya region. (Reference No. 01 / 22-913 dated November 27, 2023 of the Cotton and Textile Clusters of Uzbekistan Association). As a result, bacterization of seeds with a microbial preparation has a positive effect on the formation and development of wheat roots, increasing the number of productive stems to 14%, ensured an additional wheat yield of 2.7 centners per hectare in drought conditions, reducing the consumption of mineral fertilizers to 20%;

important research results were included in the textbook "Biotechnology", published on the basis of publication certificate No. 505, approved by the decision of the Council of Samarkand State University dated March 31, 2022. The dissertation proposals on endophytic bacteria of halophytic plants and their properties to stimulate plant growth are integrated into the content of the qualification requirements of educational areas 60510100-biology and 60710200-biotechnology (Certificate No. 02 / 01-01-73 dated November 17, 2022 of the Center for Research on the Development of Higher Education and the Implementation of Advanced Technologies under the Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of Uzbekistan). As a result, teaching certain topics included in the content of the qualification requirements will allow future biologists and biotechnologists to develop in-depth skills related to this field..

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of the introduction, five chapters, conclusions, list of references and appendixes. The volume of the thesis is 200 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I bo'lim (часть I; part I)

1. Аликулов Б., Аханбаев Ш., Акрамов И., Исмаилов З. Актуальность и значение изучения и потенциальной оценки микрофлоры галофитных растений // Вестник Каракалпакского отд. АН РУз. – Нукус, 2021. – № 2. С. 57-61. (03.00.00; № 10).
2. Alikulov B., Ahanbayev Sh., Akramov I., Ismailov Z. Ekstremofil mikroorganizmlarni biotexnologiyada qo'llash // O'zMU xabarlar. – Toshkent, 2021. - №3/1/1. – 23-25 B. (03.00.00; № 9).
3. Alikulov B., Shurigin V., Davranov K., Ismailov Z. Plant growth-promoting endophytic bacteria associated with *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb and their plant beneficial traits // Plant Science Today. – 2021. – № 8(sp1). P. 44-50. ((1) Web of Science, (3) Scopus).
4. Shurigin V., Alikulov B., Davranov K., Ismailov Z. Bacterial endophytes from halophyte black saxaul (*Haloxylon aphyllum* Minkw.) and their plant growth-promoting properties // Journal of Applied Biology & Biotechnology. – 2022. – № 8(sp1). – P. 45-53. ((3) Scopus).
5. Аликулов Б., Исмаилов З. Қора саксовул ўсимлиги экстремофил эндофит бактерияларининг хилма-хиллиги ва уларнинг истиқболли штамmlарини шўрланиш шароитида бодринг етириштиришда қўллаш имкониятлари // Наманган давлат университети илмий ахборотномаси. – Наманган, 2022. – № 5. – Б. 293-298. (03.00.00; № 17).
6. Alikulov B. Sarsazan o'simligi endofit bakteriyalarining g'o'zaning rivojlanishiga ta'siri // O'zMU xabarlar. – Toshkent, 2022. – №3/1/1. – B. 19-22. (03.00.00; № 9).
7. Аликулов Б.С., Исмаилов З.Ф. Свойства галофитных эндофитных бактерий, стимулирующих развитие растений // Узбекский биологический журнал. – Ташкент, 2022. – №2. – С. 29-33. (03.00.00; № 5).
8. Alikulov B. Gipergalofit qorabaroq o'simligi endofit bakteriyalari shtammlarining umumiy tavsifi va xilma-xilligi // Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi. – Urganch, 2022. – №7. – B. 5-7. (03.00.00; № 12).
9. Аликулов Б.С., Махаммадиева Д.Б., Акрамов И.Б., Аханбаев Ш.У., Исмаилов З.Ф. Галофит ўсимликлар эндофит бактерияларининг хилма-хиллиги // Илмий хабарнома: Биологик тадқиқотлар. – Андижон, 2022. – № 4 (64). – Б. 89-97. (03.00.00; № 15).
10. Alikulov B.S., Shurigin V.V., Davranov K.D., Ismailov Z.F. The halophytic plant *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch as a Source of Plant Growth-Promoting Endophytic Bacteria // Microbiological journal. – 2022. – № 4. – P. 31—39. ((1) Web of Science, (3) Scopus).

11. Аликулов Б.С. Галофитлар эндофит бактерияларининг ўсимликлар ривожланишини рағбатлантирувчи сифатидаги имкониятлари // Гулистон давлат университети ахборотномаси. – Гулистон, 2022. – № 4. – Б. 23-31. (03.00.00; № 3).

12. Alikulov B., Gulboev D., Maxammadiyeva D., Tillaeva Z., Olimjonova S., Ismailov Z. Isolation and characterization of endophytic bacteria from some halophytes in saline desert regions of Uzbekistan // Biodiversitas. – 2023. – №24. – P. 1279-1288. ((3) Scopus).

13. Jurakulov B., Tagaev I., Alikulov B., Ahanbayev S., Akramov I., Ismailov Z. Population of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb in a dry salt lake of the Central Kyzylkum // Plant Science Today. – 2023. – № 10(2). – P. 170–177. ((1) Web of Science, (3) Scopus).

14. Аликулов Б.С. Механизмы снижения солевого стресса у растений при помощи солеустойчивых бактерий, выделенных из галофитов // Научное обозрение. Биологические науки. – 2023. – № 1. – С. 98-104. (03.00.00; № 23).

15. Akramov I., Ahanbayev Sh., Alikulov B., Mukhtorova S., Ergashev A., Ismailov Z. Plant growth-promoting properties of endophytic bacteria isolated from some xerophytic plants distributed in arid regions (Uzbekistan) // Plant Science Today. – 2023. – № 10(4). – P. 228–237. ((1) Web of Science, (3) Scopus).

16. Alikulov B., Narbayeva D., Tillayev S., Ismailov Z. Galofitlardan ajratib olingan endofit bakteriyalarning ikkilamchi metabolitlari // O‘zMU xabarлари. – Toshkent, 2024. – №3/1/1. – В. 17-20. (03.00.00; № 9).

17. Alikulov B.S., Yuldasheva M.Q., Ismailov Z.F. Galofitlardan ajratib olingan endofitlarning bakterial suspenziyalari bilan urug‘larga ishlov berishning qishloq xo‘jalik ekinlari o‘shirish-rivojlanish ko‘rsatkichlariga ta‘siri (Vegetation tajribalar natijalari asosida) // Oziq-ovqat xavfsizligi: Milliy va global muammolar. – Samarqand, 2024. – №2. – В. 45-52. (03.00.00: <https://oak.uz/pages/4802>).

II bo‘lim (часть I; part I)

18. Alikulov B., Akhanbayev Sh. Prospects for effective use of some desert plants // Journal NX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. – 2020. – № 06 (10). – P. 143-147.

19. Аликулов Б. Эндофиты пустынных растений Узбекистана // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2021». – М.: МАКС Пресс, 2021.

20. Аханбаев Ш., Акрамов И., Аликулов Б., Исмаилов З. Турли стресс шароитида ўсувчи ўсимликлар ҳаётида эндофит бактерияларнинг роли // XXI асрда биологиянинг ривожланиш истикболлари ва уларда инновацияларнинг аҳамияти. Республика илмий анжумани материаллари. – Жиззах, 2021. – Б. 498-500.

21. Alikulov B., Shurugin V., Davranov K., Ismailov Z. The diversity of bacterial endophytes from halophyte black saxaul (*Haloxylon aphyllum* Minkw.)

and their plant growth-promoting properties // “Biology and Biotechnology of Microorganisms”. International Conference on Microbiology. – Tashkent, 2021. – P. 50.

22. Аликулов Б., Аханбаев Ш., Акрамов И., Исмаилов З. Galofitlar sho‘rlanishga chidamli bakteriyalarning manbayi sifatida // “Biology and Biotechnology of Microorganisms”. International Conference on Microbiology. – Tashkent, 2021. – P. 149.

23. Alikulov B. Qora saksovul endofit bakteriyalari va ularning ahamiyati // Mikrobiologiya va biotexnologiyaning dolzarb muammolari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Qarshi, 2021. B. 35-38.

24. Alikulov B., Ismailov Z., Akramov I., Ahanboyev Sh. O‘simliklar rivojiga qora saksovul endofit bakteriyalari ishlab chiqaradigan moddalar ta’siri // Mikrobiologiya va biotexnologiyaning dolzarb muammolari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Qarshi, 2021. B. 38-40.

25. Аликулов Б.С., Махаммадиева Д.Б. Галофитларнинг шўрланишга мослашиш механизmlари ва улардан фойдаланиш истиқболлари // Инновацион техника ва технологияларнинг қишлоқ хўжалиги – озиқ-овқат тармоғидаги муаммо ва истиқболлари. II халқаро илмий ва илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами. – Тошкент, 2022. – Б. 454-455.

26. Аликулов Б.С. Регуляция экспрессии генов, участвующих в солеустойчивости растений // Современные проблемы генетики, геномики и биотехнологии. Республиканская научная конференция. – Ташкент, 2022. – С. 42-43.

27. Аликулов Б.С., Махаммадиева Д.Б., Исмаилов З.Ф. Экстремофил эндофит бактерияларнинг шўрланишга мослашиш ва ўсимликлар ўсишини рағбатлантириш механизmlари // Табiiй фанларнинг долзарб масалалари. III халқаро илмий-назарий анжумани материаллари тўплами. – Нукус, 2022. – Б. 5-8.

28. Махаммадиева Д.Б., Аликулов Б.С. *Halocnemum strobilaceum* (Pall) M.Vieb. ning экстремофил эндофит бактериялари асосида истиқболли микроб препарати яратиш технологияси // Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ҳамда биотехнологиянинг замонавий муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. – Тошкент, 2022. – Б. 614-615.

29. Аликулов Б.С., Исмаилов З.Ф. *Halostachys belangeriana* (Moq.) Votsch. ning экстремофил эндофит бактериялари асосида истиқболли микроб препарати яратиш технологияси // Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ҳамда биотехнологиянинг замонавий муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. – Тошкент, 2022. – Б. 753-754.

30. Махаммадиева Д.Б., Gulboyev D.T., Alikulov B.S. Fitogormonlar ishlab chiqarish – galofitlar endofit bakteriyalarining o‘simliklarda sho‘rlanish stressini kamaytirishdagi muhim mexanizm sifatida // Ilmiy axborotnoma. – Samarqand, 2022. – №3 (133). – B. 89-92.

31. Alikulov B.S., Ismailov Z.F., Davranov K. Diversity of endophytic bacteria in some halophytic plants of South-western Uzbekistan // Third International Scientific Conference PLAMIC2022 “Plants and Microbes: the Future of Biotechnology”. – Saint Petersburg (Russia), 2022. – P. 18.

32. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. Importance of bacteria in promoting plant growth under salinity // “Food Security: Global and national problems”. IV International Scientific and Practical Conference. – Samarkand, 2022. – P. 104-106.

33. Акрамов И., Аханбаев Ш., Аликулов Б., Мукимов Т., Исмаилов З. Интенсификация роста и развития некоторых видов ксерофитов методами биотехнологии // Продовольственная безопасность: глобальные и национальные проблемы. IV Международная научно-практическая конференция. – Самарканд, 2022. – С. 128-129.

34. Тагаев И.А., Аликулов Б.С., Рахматова З.А., Журакулов Б.А. Роль супергалофитов в заселении солончаков Центральных Кызылкумов // Продовольственная безопасность: глобальные и национальные проблемы. IV Международная научно-практическая конференция. – Самарканд, 2022. – С.194-196.

35. Тагаев И.А., Журакулов Б.А., Рахматова З.А., Набиева Р.А., Исмаилов З.Ф., Аликулов Б.С., Акрамов И.Б., Аханбаев Ш.У. Типы засоления почв Центральных Кызылкумов и характеристика солончака в Тамдынском районе Навоийской области // Зарафшон воҳасини комплекс инновацион ривожлантириш ютуқлари, муаммолари ва истиқболлари. Ҳалқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. – Навоий, 2022 йил. – Б. 437-442.

36. Alikulov B.S., Ahanbayev Sh., Akramov I., Mukumov T., Ismailov Z.F. Possibilities of improving resistance to stress factors and increase productivity of forest pasture plants using biotechnological methods // “Central Asian Rangelands: Global challenges and global opportunities”. International Conference. – Samarkand, 2022. – P. 7-9.

37. Alikulov B., Maxammadiyeva D., Davranov K., Ismailov Z. Diversity of endophytic bacteria of some halophytic plants growing in saline deserts of Uzbekistan // MICROBIOS-2023. International Symposium on microorganisms and the biosphere. – Bishkek (Kyrgyzstan), 2023. – P. 38-39.

38. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch endofit bakteriyalarining qishloq xo‘jalik ekinlarini o‘shini stimullash imkoniyatlari // Fundamental va amaliy mikrobiologiyaning holati va rivojlanish istiqbollari. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. – Toshkent, 2023. – B. 354-358.

39. Alikulov B., Ashurova M., Ismailov Z. *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Iljin endofit bakteriyalarining qishloq xo‘jalik ekinlarini o‘shini stimullash imkoniyatlari // Oziq-ovqat xavfsizligi: Milliy va global muammolar. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. – Samarqand, 2023. – B. 355-357.

40. Аликулов Б.С., Исмаилов З.Ф. Способность эндофитных бактерий, выделенных из галофитов, стимулировать прорастание семян

сельскохозяйственных культур // Прикладные биотехнологии для развития сельского хозяйства и промышленности. I Международной научно-практической конференция. – Саратов (Россия), 2023. – С. 8-12.

Avtoreferat “Oziq-ovqat xavfsizligi: Milliy va global muammolar” jurnalida
tahrirdan o‘tkazildi.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 11.11.2025.
Bichimi: 60x84^{1/16} «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 4. Adadi 100. Buyurtma: № 177
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09
Guvohnoma reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.