SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI, CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.08/2025.27.12.B.11.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK KENGASH

SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI, CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETINING TOSHKENT FILIALI

MUXTAROVA SITORA ALISHEROVNA

PEGANUM HARMALA CRANTZ. ENDOFIT BAKTERIYALARI: XILMA-XILLIGI, XUSUSIYATLARI VA LALMIKOR SHAROITDA NO‘XAT YETISHTIRISHDAGI POTENSIALI

03.00.12 – Biotexnologiya

Biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Samarqand – 2026

UO‘K: 57.08: 661.72: 581.6

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Muxtarova Sitora Alisherovna
Peganum harmala Crantz. Endofit bakteriyalari: xilma-xilligi, xususiyatlari va lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishdagi potensiali 3

Мухторова Ситора Алишеровна
Эндофитные бактерии *Peganum harmala* Crantz: разнообразие, особенности и потенциал при выращивании нута в богарных условиях 21

Muxtarova Sitora Alisherovna
Endophytic bacteria Peganum harmala Crantz: diversity, characteristics, and potential for chickpea cultivation under rainfed conditions 39

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works 43

SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI, CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.08/2025.27.12.B.11.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK KENGASH

SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI, CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETINING TOSHKENT FILIALI

MUXTAROVA SITORA ALISHEROVNA

PEGANUM HARMALA CRANTZ. ENDOFIT BAKTERIYALARI: XILMA-XILLIGI, XUSUSIYATLARI VA LALMIKOR SHAROITDA NO‘XAT YETISHTIRISHDAGI POTENSIALI

03.00.12 – Biotexnologiya

Biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Samarqand – 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, Fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyada B2025.1.PhD/B1420 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Toshkent filialida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasi (www.ssuv.uz) va “Ziyonet” Axborot ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) manzillariga joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Alikulov Begali Saydullayevich** biologiya fanlari doktori (DSc), dotsent
Rasmiy opponentlar:	**Xo‘jamshukurov Nortoji Abduxoliqovich** biologiya fanlari doktori, professor
	Tashbayev Sherzodbek Abdurasulovich biologiya fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent
Yetakchi tashkilot:	**Mikrobiologiya instituti**

Dissertatsiya himoyasi Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti huzuridagi ilmiy daraja beruvchi PhD.08/2025.27.12.B.11.02 raqamli Ilmiy kengash asosidagi bir martalik Ilmiy kengashning 2026-yil 5-dekabr soat 10:00 dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 140103, Samarqand shahri, M. Ulug‘bek ko‘chasi, 77 uy. Tel.:(99866)234-76-86; e-mail: ssuv@edu.uz)

Dissertatsiya bilan Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (14373-raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 140103, Samarqand shahri, M. Ulug‘bek ko‘chasi, 77 uy. Tel.:(99866) 234-76-86; Fax:+998662347686.)

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil “20” noyabr kuni tarqatildi.
(2026 yil “20” noyabrdagi № 3- raqamli reyestr bayonnomasi).

X.T. Boymurodov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash raisi, b.f.d., professor

A.A. Nurniyozov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash ilmiy kotibi, PhD., dotsent

X.B. Yunusov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, b.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda global isishning davomli kuchayishi va qurg‘oqchilik qamrovining ortib borayotganligi oziq-ovqat xavfsizligiga jiddiy tahdid solmoqda. Ushbu stress omillari ta’siri 2,5 milliard odam yashayotgan, qishloq xo‘jalik mahsulotlarining 45%i yetishtirilayotgan quruqlikning 40%i dan ortig‘ini egallagan lalmikor maydonlarda yaqqol ko‘zga tashlanmoqda. Qurg‘oqchil hududlardagi qishloq xo‘jaligi oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash uchun oziq-ovqat mahsulotlari ta’minotida muhim o‘rin egallasa-da, ushbu hududlardagi kuchli tuproq eroziyasi, infratuzilmasining yetarli emasligi va stress omillar ta’sir doirasining yuqoriligi kabi muammolar lalmikor maydonlardagi daromadlar o‘sishini cheklovchi omilga aylangan. Bu borada, qurg‘oqchil mintaqalardagi iqlim o‘zgarishi va suv tanqisligi sabab kuchayib borayotgan muammolar yechimi bilan bog‘liq tadqiqotlarni olib borish, qishloq xo‘jaligi ekinlarini barqaror yetishtirish va hosildorligini oshirishda innovatsion biotexnologiyalarni yaratish hamda amaliyotda qo‘llash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Keyingi yillarda jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida erishilgan ilmiy yutuqlar ekinlarning qurg‘oqchilikka chidamliligini oshirish va hosildorligini yaxshilash bo‘yicha istiqbolli yechimlarni taqdim etmoqda. Bu borada, lalmikor maydonlarda ekinlar yetirishda o‘simlik mikrobiomidan ajratib olingan stress omillar ta’sirini yumshatish va o‘sishni rag‘batlantirish mexanizmlariga ega bo‘lgan mikroorganizmlar faoliyatiga asoslangan vositalarning potensialini tadqiq etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. *Peganum harmala* (isiriq) o‘simligining qurg‘oqchil sharoitda jadal rivojlanishi va biomassa hosildorligining yuqori bo‘lishi uning mikrobiomidagi bakteriyalardagi moslanish va rag‘batlantirish mexanizmlariga bog‘liqligi to‘g‘risidagi qarashlar, mazkur o‘simlikni lalmikor sharoitda qishloq xo‘jalik ekinlari o‘sishini stimullaydigan mikroorganizmlarning yangi manbayi sifatida o‘rganishni talab etadi. O‘simlik endomikrobiotasidan ajratilgan mikroorganizmlarni samarali biologik xususiyatlariga ko‘ra saralash, tur tarkibini aniqlash va ularni amaliyotda qo‘llashning ekinlarning biometrik ko‘rsatkichlarini yaxshilash orqali hosildorligini oshirishini asoslash lalmikor maydonlar dehqonchiligi samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Respublikamizda lalmikor maydonlarda ekinlar yetishtirish samaradorligini yaxshilash, ularning hosildorligini oshirish va o‘simlik kasalliklari hamda zararkunandalariga qarshi kurashish borasida zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy qilishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bu borada, jumladan, ekinlar yetishtirishda tomchilatib sug‘orishga o‘tish, lalmikor maydonlar tuproq unumdorligini oshirishda organik o‘g‘itlardan foydalanish orqali hosildorlikni yaxshilash borasida muayyan natijalarga erishildi. Yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot strategiyasida [1] «qishloq xo‘jaligini ilmiy asosda intensiv rivojlantirish» bo‘yicha maqsad va vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirish, jumladan, *P. harmala*ni lalmikor sharoitda qishloq

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022 — 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” Farmoni

xo‘jaligi ekinlarining rivojlanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatuvchi endofit bakteriyalarning yangi manbayi sifatida tadqiq etish, ulardan patogenlarga nisbatan antagonistik faolligi yuqori bo‘lgan endofit bakteriyalarini ajratib olish, ajratilgan bakterial shtammlarning lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishda qo‘llashdagi potensialini baholash dolzarb masalalardan biridir.

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, 2024 yil 24-iyundagi PQ-233-sonli “Iqlim o‘zgarishiga nisbatan barqaror agroekotizimni yaratish hamda qishloq xo‘jaligi mahsulotlari yetishtiruvchilarning iqlim o‘zgarishi bilan bog‘liq xavflarga moslashuvchanligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur dissertatsiya tadqiqoti respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining «V. Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi» ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Xorijiy mamlakatlarning yetakchi mutaxassislari tomonidan nashr etilgan ilmiy manbalarda endofit bakteriyalarning ekstremal sharoitlardagi ekinlar tolerantligini oshirishdagi asosiy fiziologik va biokimyoviy mexanizmlari (D. Barnawal, 2012; K. Lowe, 2008; Z. Stepniewska, 2013), salbiy tavsifli abiotik omillar ta’sirini yumshatishdagi ahamiyati (S. Zeilinger, 2016) ochib berilgan. Shuningdek, qator tadqiqotlar (R. Sheibani-Tezerji, 2015; S. Shah, 2019)da ekinlarning turli rivojlanish fazalarida endofit bakteriyalar kulturasi suspenziyasi yoki ularning faoliyatiga asoslangan mikrob preparatlari bilan ishlov berish qurg‘oqchil va sho‘rlanish sharoitida o‘simliklarning barqaror rivojlanishini ta’minlaganligi qayd qilingan.

MDH mamlakatlarida olib borilgan tadqiqotlarda o‘simliklardan ajratib olingan bakteriyalarning o‘simlik bilan o‘zaro simbiotik munosabatlari va uning ahamiyati (V. Chebotar, 2022), endofit bakteriyalarning xilma-xilligi, ularning ekinlarni fitopatogenlar va zararkunandalardan himoya qilish imkoniyatlari (Sh. Rubanov, 2022) hamda mikrobli o‘g‘itlarni qo‘llashning o‘simliklarning mahsuldorlikni belgilaydigan fiziologik ko‘rsatkichlarga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi (T. Bibikova, 2017) ga oid muhim natijalar olingan.

Mamlakatimizda stress omil ta’siri sharoitidagi o‘simliklardan mikroorganizmlarni ajratish, biologik xususiyatlarini aniqlash va qishloq xo‘jalik ekinlarini yetishtirishda qo‘llashga doir tadqiqotlar yangicha tipdagi yo‘nalishlar hisoblanadi. Bu borada, ayrim galokserofit o‘simliklardan endofit bakteriyalar ajratib olingan, muhim biologik xususiyatlari baholangan va sistematik o‘rni belgilangan (Q. Davranov, 1999, 2011; R. Jurayeva, 2011; Z. Ismailov, Sh. Axanbayev, 2024), bug‘doy va g‘o‘za misolida endofit bakteriyalar ekinlarning muhim biometrik ko‘rsatkichlari va hosildorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatuvchi vositalar uchun asos bo‘lishi isbotlangan (G. Jumaniyozova, 2012; S. Murodova, 2018; B.

Alikulov, 2025), rizo va endofit bakteriyalarning dukkakli ekinlar yetishtirishdagi potensiali baholangan (V. Shurigin, 2017, 2019). Ammo, ilmiy manbalar adabiyotlarda *P. harmala*ning endofit bakteriyalari, ularning xususiyatlari, ekinlar yetishtirish, jumladan, lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishdagi potensialiga oid qaydlar kam uchraydi, holat bu borada chuqur tadqiqotlar olib borilmaganligini ko‘rsatadi. Keyingi yillardagi qurg‘oqchilik qamrovi ortib borayotgan sharoitida oziq-ovqat xavfsizligini barqaror ta’minlashda ilg‘or biotexnologik yondashuvlarga asoslangan tadqiqotlar muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Samarqand veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining Toshkent filiali “Biotexnologiya, ekologiya va o‘rmonchilik” kafedrasining 2023-2025 yillarga mo‘ljallangan “Agrobiologiya va biotexnologik usullar yordamida o‘simliklarni yetishtirishning samaradorligini oshirish” mavzusidagi ilmiy tadqiqot ishlari rejasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi *Peganum harmala Crantz.* (isiriq) dan endofit bakteriyalarni ajratish, antifungal xususiyatlariga ko‘ra istiqbolli izolyatlarni tanlash, sistematik o‘rnini aniqlash va lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishdagi potensialini baholashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:

isiriqning vegetativ organlaridan endofit bakteriyalarni ajratish va ularning o‘sishiga haroratning ta’sirini baholash;

bakterial izolyatlarning fitopatogen zamburug‘larga nisbatan faolligini aniqlash orqali istiqbolli izolyatlarni saralash;

saralangan istiqbolli izolyatlarni morfo-kulturalogik tavsiflash va 16S rRNK sekvensi asosida sistematik o‘rnini belgilash;

uslubiy va mahalliylashtirilgan ozuqa muhitida bakterial shtammlarning o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarini aniqlash;

bakterial shtamm suspenziyasi bilan urug‘ga ishlov berishning no‘xat o‘sish-rivojlanish ko‘rsatkichlariga ta’sirini baholash hamda ularni qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida *Peganum harmala Crantz.* (isiriq) o‘simligidan ajratib olingan faol endofit bakteriyalar va no‘xat o‘simligi olingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida endofit bakteriyalarning haroratga chidamliligi, ularning antagonistik faolligi, xilma-xilligi, bakterial shtammlarning o‘simliklar o‘sishini rivojlantiruvchi xususiyatlari, no‘xatning ayrim biometrik ko‘rsatkichlar xizmat qilgan.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotlarni bajarish jarayonida mikrobiologik, biokimyoviy, biotexnologik, agrotexnologik, biometrik va statistik usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

P. harmala vegetativ organlari mikrobiotasidan ajratilgan endofit bakteriyalar izolyatlaridan iborat kolleksiya shakllantirilgan, ularning orasida 24 ta izolyat yuqori haroratga bardoshli ekanligi isbotlangan;

istiqbolli izolyatlardan beshtasi (MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108,

MsHpL103, MsHpS108) no‘xatda kasallik keltiruvchi *Leveillula taurica, Ascochyta rabiei* va *Fusarium solani* fitopatogen zamburug‘lariga nisbatan antifungal faollikka egaligi aniqlangan;

morfo-kultural tavsiflash va molekulyar-genetik usullar orqali MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpS108, MsHpL103 izolyatlari o‘zaro mos holda *Bacillus subtilis, Pseudomonas putida, Bacillus amyloliquefaciens, Bacillus pumilus* va *Peribacillus frigoritolerans* turlari ekanligi ko‘rsatilgan;

bakteriyalarni o‘stirish uchun ozuqa muhit tarkibi xashaki lavlagidan foydalanish asosida mahalliylashtirilgan, ushbu ozuqa muhitda bakterial shtammlarning azot fiksatsiyalash, indolil sirka kislota va ASK-deaminaza sintezlash, siderofor hosil qilish va fosfat eritish xususiyatlarini saqlab qolishi asoslangan;

laboratoriya, vegetatsion va dala tajribalarini o‘tkazish orqali *P. harmala* dan ajratilgan endofit bakteriyalar orasidan *P. putida* MsHpR103 no‘xat yetishtirish uchun istiqbolli shtamm sifatida tanlangan, uni qo‘llash orqali lalmikor sharoitda fitopatogenlar bilan zararlanish darajasini 12,1% gacha kamaytirishga, hosildorlikni 28,4% gacha oshirishga erishilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

isiriq o‘simligidan ajratilgan endofit bakteriyalarning no‘xat o‘simligida kasallik keltirib chiqaruvchi fitopatogenlarga chidamli shtammlari tanlangan, ularni o‘stirishning optimal ozuqa muhit tarkibi va sharoitlari tanlangan;

urug‘ga ekishdan oldin ishlov beruvchi vosita sifatida *P. putida* MsHpR103 shtammi kultural suyuqligi suspenziyasining sinov ishchi aralashmalari olingan va dala sharoitida no‘xat o‘simligi yetishtirishda qo‘llanilgan hamda samarador bo‘lishi isbotlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi model tizimda olib borilgan tajriba natijalarning amaliyotda olingan natijalar bilan mos kelishi, olingan natijalar zamonaviy uslublarga asoslanganligi, dissertatsiya natijalarining nufuzli ilmiy jurnallarda chop etilganligi va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi. Ilmiy natijalar tahlili zamonaviy statistik usullardan foydalanilib, Statistics Kingdom (https://www.statskingdom.com) va “Медицинская статистика” (https://medstatistic.ru) dasturlarida amalga oshirilgan, barcha tajriba natijalari 3-5 qaytariqli tajribalarning arifmetik o‘rtachalarini $p \leq 0,05$ qiymatidagi statistik ishonchlilik darajasida baholash orqali statistik sarhisob qilingan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati isiriq o‘simligidan haroratga chidamli endofit bakteriyalarning ajratib olinganligi, fitopatogen zamburug‘larga nisbatan faolligining baholanganligi, faol shtammlarning sistematik o‘rnini zamonaviy usullar yordamida oydinlashtirilganligi, ekinlar o‘sishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarni o‘rganish orqali amaliyotda qo‘llash bo‘yicha nazariy asoslarning yaratilganligi, natijalarning biotexnologiyaning mikroorganizmlar faoliyatiga asoslangan texnologiyalarni ishlab chiqish sohasining nazariy qismini to‘ldirganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati isiriqdan ajratib olingan endofit bakteriyalarning lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishda qo‘llanilganligi natijasida ekinda hosildorlik va uni belgilovchi ko‘rsatkichlarning ijobiy tavsifga ega

bo‘lganligi orqali belgilanib, erishilgan ilmiy natijalar mazkur bakteriyalarning ekinlarning o‘sishni stimullovchi vositalar tarkibiga kiritish uchun tavsiya qilingan boshlang‘ich manbalar bo‘lib xizmat qilishini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. *Peganum harmala Crantz.* (isiriq) dan endofit bakteriyalarni ajratish, antagonistik xususiyatlariga ko‘ra istiqbolli izolyatlarni tanlash, sistematik o‘rnini aniqlash va lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishdagi potensialini baholash bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

isiriqdan ajratib olingan faol *Bacillus subtilis* MsHpR102, *Pseudomonas putida* MsHpR103, *Bacillus amyloliquefaciens* MsHpR108, *Bacillus pumilus* MsHpS108 va *Peribacillus frigoritolerans* MsHpL103 shtammlari 16S rRNK nukleotidlar sekvensi bo‘yicha olingan ma’lumotlar National Center for Biotechnology Information (NCBI) ma’lumotlar bazasiga OR841349-OR841353 qayd raqamlari bilan kiritilgan (National Center for Biotechnology Information (NCBI) bazasining 2023-yil 23-noyabrdagi ma’lumotnomasi). Natijada, bazaning European Nucleotide Archive (ENA) va DNA Data Bank of Japan (DDBJ) bazalari bilan integratsiyalashuvi orqali isiriqdan ajratilgan bakteriyalar genetik materialiga oid kiritilgan ma’lumotlardan xalqaro miqyosda keng foydalanilishiga erishilgan;

o‘simliklardan ajratib olingan endofit bakteriyalarning xilma-xilligi, xususiyatlari va potensialini baholash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida olingan ma’lumotlardan yuqori impakt-faktorli (IF) xorijiy jurnallarda o‘simlik endofit bakteriyalarining patogenlarga chidamlilik hamda o‘sishni stimullash jarayonlari mexanizmlarini asoslashda foydalanilgan: Environmental Science and Pollution Research (2025), SJR IF 1.0, ISSN 1614-7499 (Scopus), Microbial Pathogenesis (2024), SJR IF 0.8, ISSN 1096-1208, (Scopus) va Journal of Ecological Engineering (2025), SJR IF 0.5, ISSN 2299-8993 (Scopus). Natijada, joriy tadqiqotda erishilgan ilmiy natijalarni qo‘llash orqali mahalliy va xorijiy mutaxassislarga bakteriyalarning qishloq xo‘jalik ekinlarini yetishtirishdagi potensialini chuqurroq tavsiflash imkoniyatlari kengaytirilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari, jami 5 ta, jumladan, 2 ta xalqaro va 3 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 10 ta ilmiy ish chop etilgan, shundan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarida 5 ta maqola, jumladan, 3 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi qisqartmalar ro‘yxati, kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 108 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

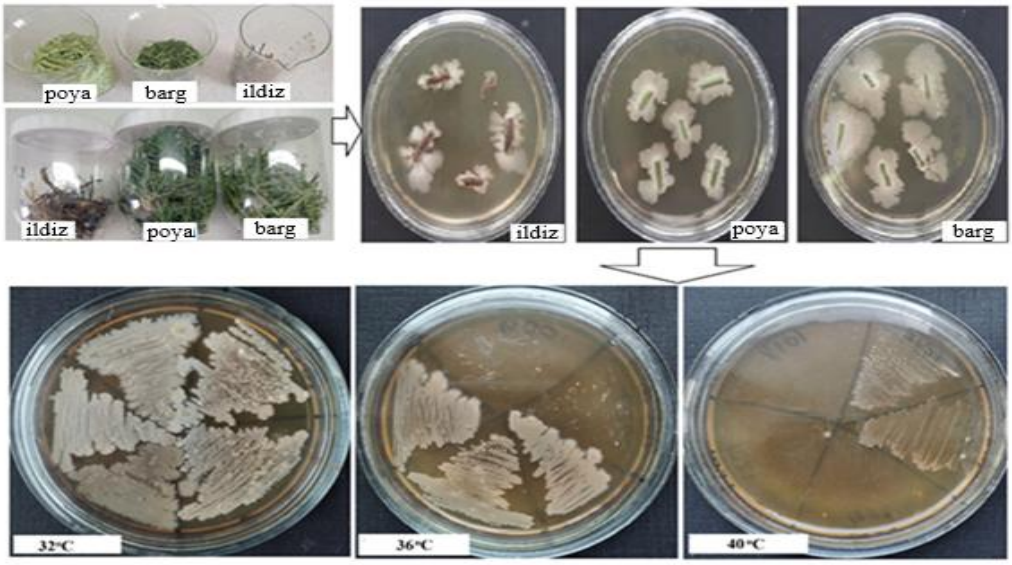
Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyligi asoslab berilgan, maqsad va vazifalar, shuningdek, tadqiqotning obyekt va predmeti ifodalangan, tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarini

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 **“Lalmikor dehqonchilikni rivojlantirishda biotexnologiya yutuqlaridan foydalanishning zamonaviy tahlili” deb nomlangan birinchi bobida** lalmikor dehqonchilikdagi mavjud muammolar va ularning yechimiga qaratilgan innovasion yondashuvlar, ushbu yondashuvlarni amalga oshirishda zamonaviy biotexnologiyalarni qo‘llashning ahamiyati, endofit bakteriyalarning umumiy tavsifi va ularning o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantirishdagi asosiy biologik mexanizmlari bo‘yicha ma’lumotlar bayon qilingan. Natijada o‘simliklarning endofit bakteriyalaridan ekinlar yetishtirishda samarali vositalar sifatida foydalanishning dolzarbligi asoslangan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot hududi va obyektining umumiy tavsifi hamda ularni tadqiq qilish usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida o‘simlik namunalari yig‘ilgan va dala tajribalari o‘tkazilgan hududlar tavsifi keltirilgan, tadqiqot obyektlari bo‘lgan *Peganum harmala* (isiriq) va *Cicer aretinum* (no‘xat) ning xususiyatlari, tadqiqotda qo‘llanilgan mikrobiologik, biokimyoviy, biotexnologik, agrotexnologik, biometrik va statistik usullar bayon qilingan. Shuningdek ushbu bobda bakteriyalarni ajratish va o‘stirish, izolyatlarning turli haroratda kolonizatsiyalanish imkoniyatlarini aniqlash, istiqbolli izolyatlarning patogen zamburug‘larga nisbatan chidamliligini baholash, morfo-kultural va molekulyar-genetik usullar yordamida izolyatlarning sistematik o‘rnini belgilash, shtammlarning o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantirish xususiyatlarini baholash, agrotexnologik tadbirlar va olingan natijalarni statistik qayta ishlash usullari yoritilgan. Dissertatsiya tadqiqotida obyekt sifatida isiriq (*Peganum harmala* L.) o‘simligi tanlangan. Mazkur o‘simlik qurg‘oqchilikning yuqori darajasida ham cho‘l hududlarida jadal rivojlanib, ko‘p biomassa hosil qilayotganligi mutaxassislar tomonidan bayon qilingan. Isiriqda moslashuvning yuqoriligi bir qator fiziologo-biokimyoviy mexanizmlar bilan bir qatorda, uning vegetativ organlari mikrobiotasidagi mikroorganizmlar xususiyatlari bilan bog‘liq ekanligi qayd qilingan.

Dissertatsiyaning **“*Peganum harmala* Crantz. endofit bakteriyalari xususiyatlari va ularni lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishda qo‘llash biotexnologiyasi”** deb nomlangan uchinchi bobida isiriq endofit bakteriyalari izolyatlarining kolonizasiyalanishiga haroratning ta’siri, endofit bakteriyalar izolyatlarining antifungal xususiyatlari, endofit bakteriyalar istiqbolli izolyatlarining morfo-kultural tavsifi va sistematik o‘rni, istiqbolli shtammlarning o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlari, shtammlarning o‘sishiga ozuqa muhit komponentlarini o‘zgartirishning ta’siri va istiqbolli shtammlarni lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishda qo‘llash imkoniyatlari va texnologiyasiga oid tajribalar natijalari bayon qilingan. Dissertatsiya tadqiqotida dastlab, *P. harmala* o‘simligidan endofit bakteriyalarni ajratish, o‘stirish va lalmikor sharoitda qo‘llash uchun yuqori haroratga chidamli izolyatlarni saralashga qaratilgan tajribalar o‘tkazilgan (1-rasm).



1-rasm. *P. harmala* endofit bakteriyalarni ajratish va haroratga chidamlilik bo‘yicha skrining qilish

Namunalar o‘simlik keng tarqalgan O‘zbekistonning janubi-g‘arbiy mintaqalari, jumladan, Qarnobcho‘l (Samarqand viloyati Nurobod tumani) va Yettitom (Qashqadaryo viloyati Ko‘kdala tumani)ning qurg‘oqchil maydonlaridagi populyatsiyalaridan 2023-yil bahorida yig‘ilgan. Bakteriyalar ajratib olish uchun namunalar majmuasi *P. harmala* ildizi, bargi va poyasidan ajratilgan 2000 dan ortiq segmentlardan shakllantirilgan. Qattiq LB ozuqasining yuzasida o‘sib chiqqan koloniyalarni suyuq ozuqada qayta o‘stirish orqali endofit bakteriyalarning izolyatlari ajratilgan. Har bir vegetativ organ segmentlari namunalaridan o‘sgan izolyatlar orasidan 190 tadan, jami 570 ta izolyat saralangan. Bakterial izolyatlarni 24-40 ºC oralig‘idagi 5 xildagi haroratda o‘stirish orqali, 40 ºC haroratga chidamli 24 ta izolyat tanlab olingan hamda tadqiqotning keyingi bosqichlarida tadqiq etilgan. Shuningdek, mazkur tajribalar natijasida, bakterial izolyatlarni o‘stirish uchun optimal harorat 28-32 ºC bo‘lishi aniqlashtirilgan (1-jadval).

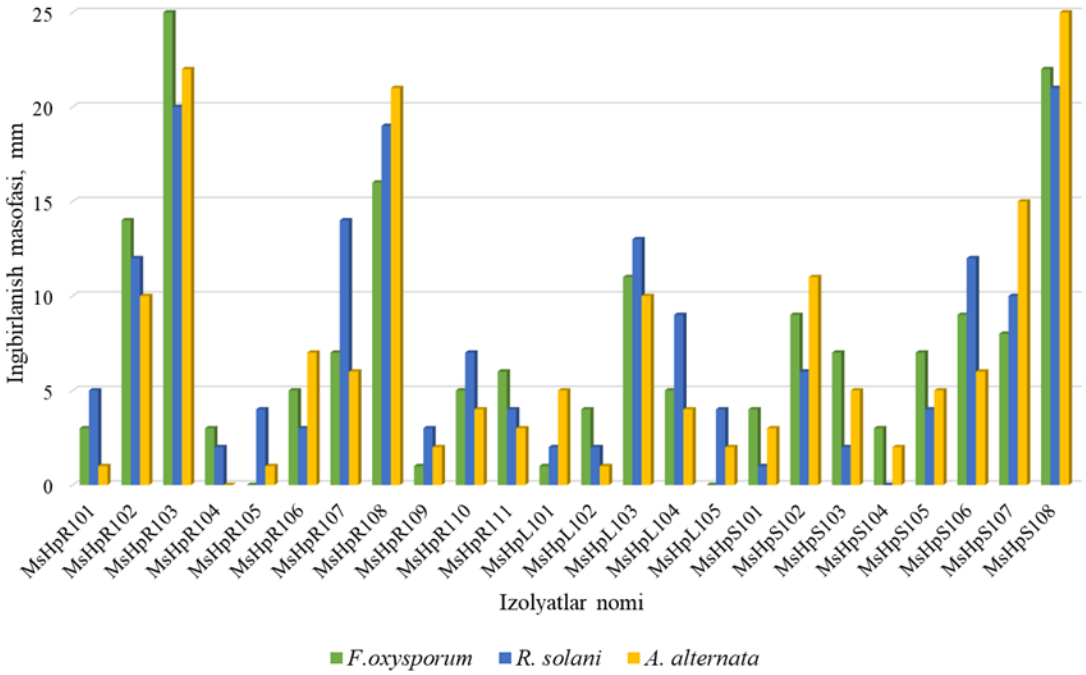
1-jadval.

***P. harmala* dan ajratilgan endofit bakteriyalar izolyatlarining o‘sishiga haroratning ta’siri**

Namuna yig‘ilgan joy nomi va lokatsiyasi	**Vegetativ organ**	**Ajratilgan izolyatlar soni**	**Harorat, ºC**					**Izolyatlarning shartli nomi**
			24	**28**	**32**	**36**	**40**	
Qarnobcho‘l, (39°36'46.2"N 65°29'00.9"E), Yettitom (39°21'40.9"N 66°14'02.1"E)	Ildiz	190	141	156	177	152	11	MsHpR101-MsHpR111
	Barg	190	127	146	165	135	5	MsHpL101-MsHpL105
	Poya	190	132	148	168	143	8	MsHpS101-MsHpS108
	Jami	***570***	***400***	***450***	***510***	***430***	***24***	

Dissertatsiya tadqiqotining navbatdagi bosqichida tanlangan endofit bakterial izolyatlarning fitopatogen zamburug‘larga nisbatan antifungal faolligi o‘rganilgan.

Antifungal faollikni aniqlashning birlamchi skriningi umumqabul qilingan test kulturalar *F. oxysporum*, *F. solani* va *A. alternata* ga nisbatan amalga oshirilgan. Natijada MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103 va MsHpS108 izolyatlari tekshirilgan fitopatogenlar orasidagi ingibirlanish masofalari yuqori bo‘lgan (2-rasm).



2-rasm. *P. harmala* dan ajratilgan endofit bakteriyalarning antifungal faolligi

Tadqiqot davomida birlamchi skrining orqali fitopatogen zamburug‘larga nisbatan antifungal faolligi yuqori deb tanlangan izolyatlarning no‘xatda ildiz chirishi kasalligini keltirib chiqaradigan *Fusarium solani*, unshudring kasalligini keltirib chiqaradigan *Leveillula taurica* va askoxitoz kasalligini keltirib chiqaradigan *Ascochyta rabiei* patogenlariga nisbatan antagonistik ta’siri tekshirilgan.

2-jadval

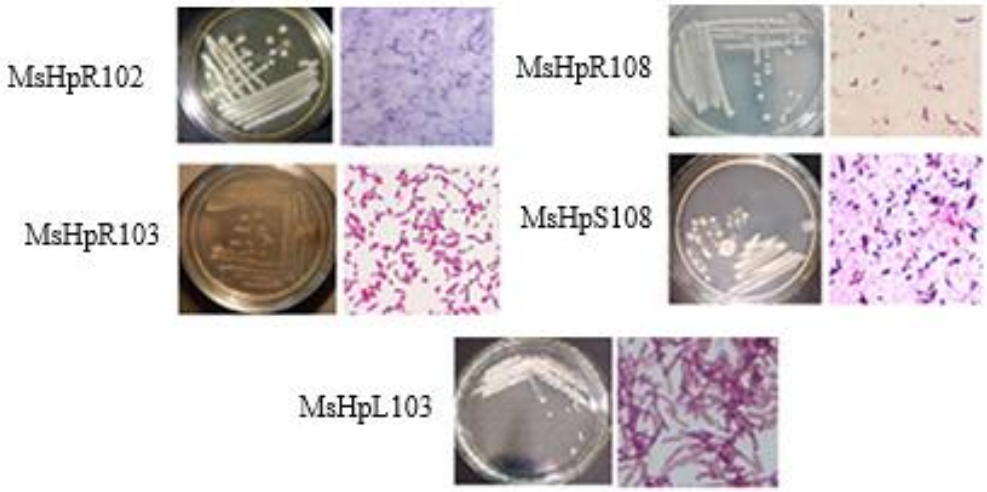
P. harmala dan ajratilgan endofit bakteriyalar izolyatlari orasidan birlamchi skrining natijasida tanlangan istiqbolli izolyatlarning patogen zamburug‘larga chidamliligi (n=3)

Izolyatlar nomi	**Fitopatogen zamburug‘lar**		
	F. solani	*L. taurica*	*A. rabiei*
Avial, KE (tebukonazol 125 g/l + triadimefon 100 g/l.)	41,6±2,2	38,9±1,8	45,6±2,5
MsHpR102	24,8±1,6	21,8±1,3**	26,2±1,0
MsHpR103	30,4±1,8*	23,7±1,6	28,1±1,5
MsHpR108	19,5±1,0	0,0±0,0	18,0±1,3**
MsHpL103	17,6±1,0	12,2±0,7	18,6±1,1
MsHpS108	11,7±0,8**	14,8±1,0**	19,2±1,2

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

Nazorat sifatida mazkur patogenlarga umumiy ta’sir ko‘rsatadigan kimyoviy usulda olingan “Avial, KE” preparati qo‘llanilgan. Tajribalar isiriqdan ajratib olingan bakterial izolyatlar orasida MsHpR103 izolyati tekshirilgan barcha patogenlarga nisbatan yuqori faollik qayd etgan. Mazkur izolyat va *F. solani* orasida ingibirlanish masofasi 30,4±1,8 mm ni tashkil etgan bo‘lsa, *A. rabiei* va *L. taurica* bilan o‘zaro mos holda 23,7±1,6 mm va 28,1±1,5 mm masofada qolganligi qayd qilingan. Bu borada, MsHpR102 izolyati ham nisbatan ijobiy tavsifli qiymatlarga ega bo‘lganligi kuzatilgan.

Mazkur tadqiqot tipidagi aksariyat ishlarda o‘simliklardan ajratib olingan bakterial izolyatlarning sistematik o‘rnini belgilash muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, tadqiqot davomida isiriqdan ajratib olingan va istiqbolli deb tanlangan beshta izolyatning sistematik o‘rnini belgilashga qaratilgan tajribalar olib borilgan. Dastlab, izolyatlar morfo-kultural tavsiflangan. Unga ko‘ra, MsHpR102, MsHpR108, MsHpL103 va MsHpS108 izolyatlari tekis o‘sadigan, rangi oq yoki oqish, chetlari butun koloniyalar hosil qilgan, mikroskopik tekshirishlarda hujayralarning gram-musbat bo‘yalishi, tayoqchasimon bo‘lishi, hujayra uzunligi 2,2-2,9 mkm gacha, eni 0,2-0,5 mkm gacha ekanligi aniqlangan. Berdji aniqlagichi orqali, ushbu belgilar izolyatlarning Bacilli sinfiga mansubligini tasdiqlagan. MsHpR103 izolyati esa ko‘tarilib o‘sadigan, rangi sarg‘ish, chetlari butun koloniyalar hosil qilgan, mikroskopik tekshirishlarda hujayralarning gramm manfiy bo‘yalishi kuzatilgan. Shu bois, ushbu izolyat belgilari Proteobacteria sinfi vakillariga tegishli ekanligi bayon qilingan (3-rasm).



3-rasm. *P. harmala* dan ajratilgan istiqbolli izolyatlar koloniyalarining morfologik va mikroskopik ko‘rinishi

Endofit bakteriyalar izolyatlarining morfologik belgilari bir-biriga juda o‘xshashligi sababli ularni an’anaviy usulda aniq identifikatsiya qilish qiyinchilik tug‘diradi. Shu bilan bir qatorda, morfologik usulda tekshirish turlarni noto‘g‘ri identifikalashga olib kelish ehtimoli yuqori. Shu bois, tadqiqotda 16S rRNK genini nukleotidlar ketma-ketligi sekvenslash orqali molekulyar-genetik usullar yordamida izolyatlar tur darajasida identifikatsiyalangan. Natijada MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpS108, MsHpL103 izolyatlari o‘zaro mos holda *Bacillus subtilis,*

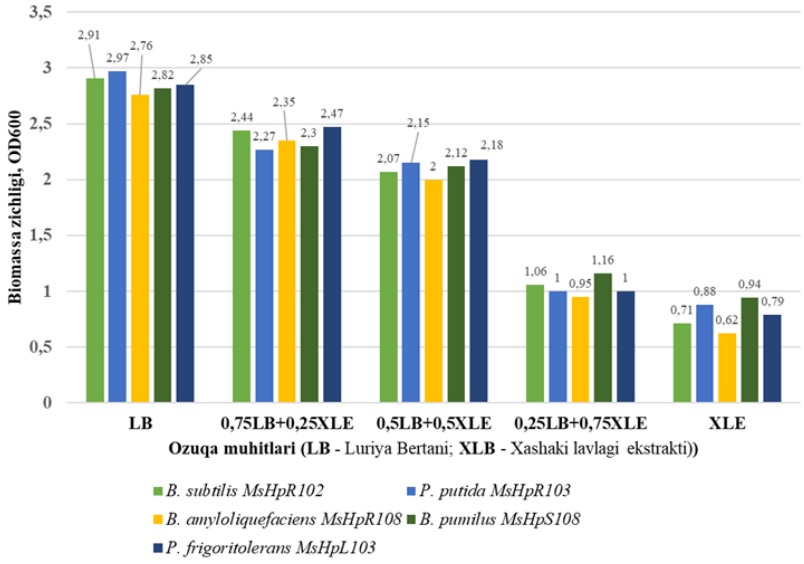
Pseudomonas putida, Bacillus amyloliquefaciens, Bacillus pumilus va *Peribacillus frigoritolerans* turlari ekanligi asoslangan (3-jadval).

3-jadval

Ajratilgan istiqbolli izolyatlar 16S rRNK geni sekvensi bo‘yicha ma’lumotlarning National Center for Biotechnology Information (NCBI) bazasidagi ma’lumotlar bilan qiyoslash natijalari

GenBank ka kiritilgan bakterial izolyatlari			**Genbankdagi mavjud ma’lumotlar bilan qiyosi**		
Shtamm nomi	**Uzun-ligi (bp)**	**Ro‘yxat raqami**	**Shtammlar nomi**	**Ro‘yxat raqami**	**O‘xshash-ligi, %**
MsHpR102	1425	OR841349	*Bacillus subtilis* GEB1	OQ642274.1	**99,79**
			Bacillus subtilis S4	LC557810.1	**99,79**
			Bacillus subtilis Bs28	OQ423163.1	**99,65**
MsHpR103	1451	OR841350	*Pseudomonas putida* JCM 21368	LC752231.1	**99,86**
			Pseudomonas putida ATCC	CP11910.01	**99,79**
			Pseudomonas putida JP13	MN238797.1	**99,66**
MsHpR108	1450	OR841351	*Bacillus amyloliquefaciens* US573	LN864508.1	**99,79**
			Bacillus amyloliquefaciens TPS17	CP085282.1	**99,66**
			Bacillus amyloliquefaciens HX0037	CP139782.1	**99,66**
MsHpS108	1433	OR841352	*Bacillus pumilus* CMMB	HE974486.1	**99,92**
			Bacillus pumilus CaI6F	KJ937291.1	**99,92**
			Bacillus pumilus 2IR	KM017130.1	**99,92**
MsHpL103	1399	OR841353	*Peribacillus frigoritolerans* NASRJ18	OL588286.1	**99,79**
			Peribacillus frigoritolerans MR-16	KY753215.1	**99,71**
			Peribacillus frigoritolerans WJB99	KU877654.1	**99,71**

Ozuqa muhiti bakteriyalarning o‘sishi va metabolizmining rivojlanishida muhim rol o‘ynaydi. Biroq, uslubiy ozuqa muhitlarining komponentlari, ayniqsa, sintetik vosita komponentlari narxi yuqori baholanadi. Aksariyat tadqiqotlarda potensialli mikroorganizmlarni ko‘paytirishda muqobil, arzon ozuqa muhitlari tarkibini ishlab chiqiladi va shtammlarning xususiyatlar optimallashtirilgan ozuqalarda sinovdan o‘tkaziladi. Shu bois, dissertatsiyasi tadqiqotining isiriqdan ajratilgan bakterial shtammlar o‘stiriladigan ozuqa muhitini optimallashtirishga qaratilgan tajribalar olib borilgan (4-rasm).



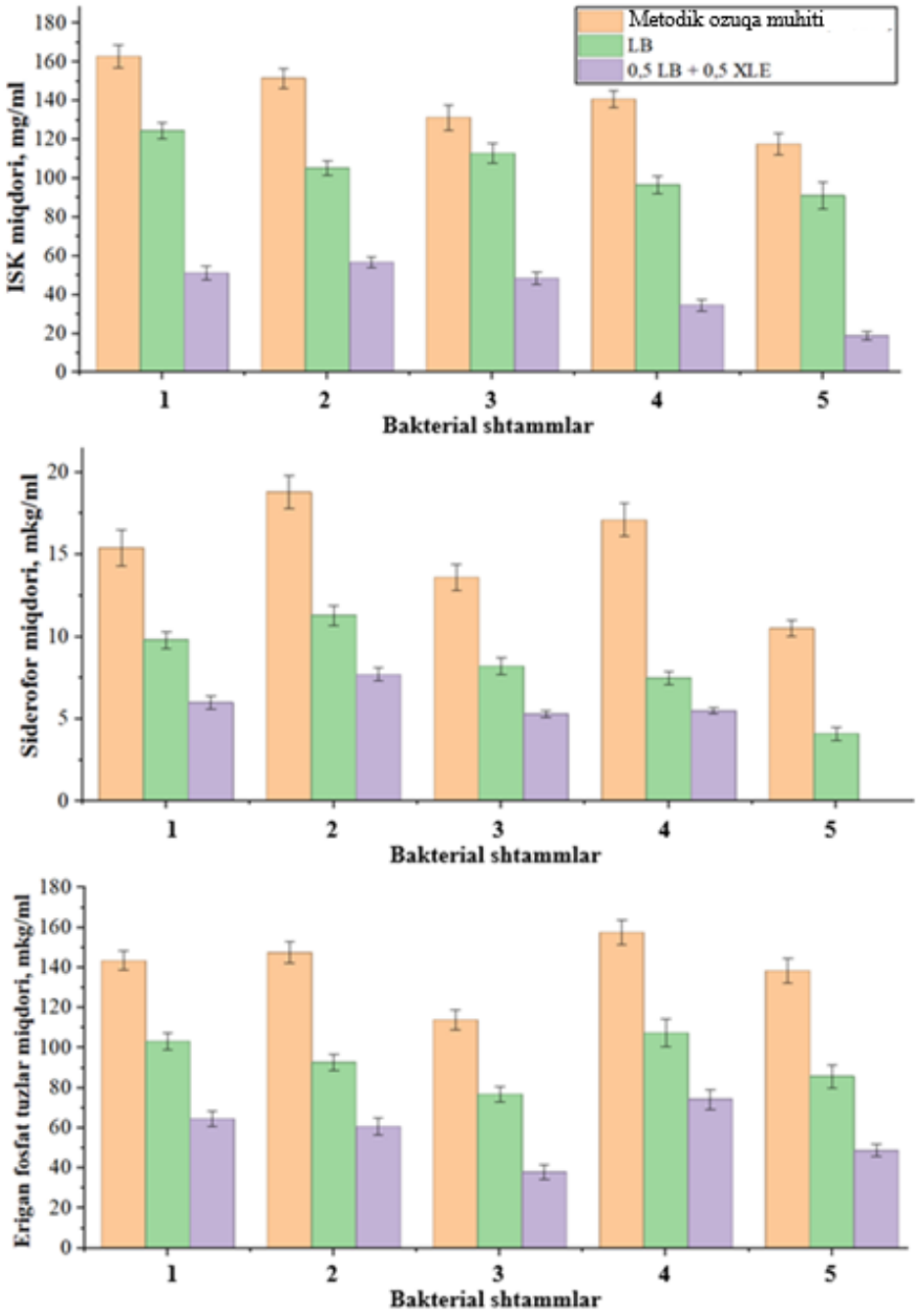
4-rasm. Mahalliylashtirilgan ozuqa muhitda o‘stirishning bakterial shtammlar o‘sishiga ta’siri

Bunda mahalliy xomashyo sifatida xashaki lavlagi ekstrakti qo‘llanilgan. Bakterial shtammlar turli nisbatlarda (25%, 50% va 75%) xashaki lavlagi ekstrakti qo‘shilgan va komponentlari minimallashtirilgan LB ozuqasida 72 soat o‘stirilgan hamda bakterial kultura zichligi spektrofotometrik usulda tekshirilgan. OD600 dan olingan spektrofotometrik tahlillar barcha shtammlarda ozuqa muhit tarkibida xashaki lavlagi miqdorining ortishi bilan zichlik kamayib borganligini, 0,5 LB (tripton -5, achitqi ekstrakti-2,5, NaCl -5, agar-10) + 0,5 XLE (22,5 g) tarkibli ozuqa muhitda o‘sgan shtammlar ko‘rsatgan qiymatlar nazorat variantidagi qiymatlarga nisbatan yaqinligini ko‘rsatgan. Natijada bakterial izolyatlarni o‘stirish uchun 0,5 LB (tripton -5, achitqi ekstrakti-2,5, NaCl -5, agar-10) + 0,5 XLE (22,5 g) tarkibli ozuqa muhitdan foydalanish tavsiya etilgan (4-rasm).

Mutaxassislarning qayd etishicha, o‘simliklar endomikrobiotasidagi bakteriyalar xo‘jayin o‘simlikning stress omillarga chidamliligini amalga oshirishda bakteriya-o‘simlik tizimida bog‘langan 40 dan ortiq mexanizmlardan foydalanadi. Ushbu mexanizmlar orasida bakteriyalarning azot fiksatsiyalash, indolil sirka kislota va ASK-deaminaza sintezlash, siderofor hosil qilish va fosfat eritish orqali noqulay sharoitda o‘simlikning o‘sishini stimullashi samarali hisoblanadi. Shundan kelib chiqqan holda, navbatdagi tajribalarda isiriqdan ajratib olingan bakterial shtammlarning o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlari baholangan. Tajribalar har bir xususiyatni baholash bo‘yicha metodik ozuqa, LB va xashaki lavlagi ekstrakti asosida optimallashtirilgan LB ozuqa muhitlarida amalga oshirilgan (5-rasm).

Bakteriya shtammlarining ozuqada o‘sishini vizual usulda sifat jihatdan o‘rganish natijasida xashaki lavlagi ekstrakti asosida optimallashtirilgan LB ozuqa muhitida *P. putid*a MsHpR103, *B. amyloliquefaciens* MsHpR108 va *B. pumilus* MsHpS108 shtammlari azot fiksatsiyalash va ASK-deaminaza sintezlash xususiyatlarini saqlab qolganligi qayd qilingan. Bakterial shtammlar xususiyatlarini miqdoriy baholash orqali optimallashtirilgan ozuqa muhitda *P. putid*a MsHpR103 ISK (56,8±2,7 mkg/ml) va siderofor (7,7±0,4 mkg/ml) sintezlash xususiyatlarini, *B. pumilus* MsHpS108 fosfat eritish (74,2±5,0 mkg/ml) xususiyatini boshqa shtammlarga nisbatan yuqoriroq darajada namoyon etgan. Mazkur natijalar asosida, isiriqdan ajratib olingan bakterial shtammlar azot fiksatsiyalash, indolil sirka kislota va ASK-deaminaza sintezlash, siderofor hosil qilish va fosfat eritish orqali ekinlar o‘sishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadigan mexanizmlarga ega, deb hisoblangan (5-rasm).

Ushbu dissertatsiya tadqiqoti tipidagi aksariyat ishlarda o‘simliklardan ajratilgan bakteriyalarning amaliyotda qo‘llashdagi potensialini baholashda ularning ekinlar o‘sishini stimullaydigan vositalar uchun manba bo‘lish imkoniyatlari tadqiq etiladi. Shu bois, tadqiqotlar davomida bakterial suspenziyalar bilan ishlov berishning no‘xat (*C. aretinum*) urug‘lari unuvchanlik ko‘rsatkichlariga ta’siri laboratoriya sharoitida, tuproqning normal va cheklangan namlik darajasida no‘xat o‘simligining o‘sish-rivojlanishiga ta’siri vegetativ tajribalar sharoitida hamda no‘xat o‘simligi ayrim biometrik, fiziologik ko‘rsatkichlari va hosildorligiga ta’siri lalmikor dala sharoitida sinovdan o‘tkazilgan.



5-rasm. Bakterial shtammlarning o‘sishni rag‘batlantiruvchi xususiyatlari (Bunda: 1- *B. subtilis* MsHpR102; 2-*P. putid*a MsHpR103; 3-*B. amyloliquefaciens* MsHpR108; 4-*B. pumilus* MsHpS108; 5-*P. frigoritolerans* MsHpL103; LB - Luriya Bertani ozuqa muhiti (tarkibi, g/l): tripton -10, achitqi ekstrakti-5, NaCl -10, agar-20; 0,5 LB + 0,5 XLE - 0,5 LB (Luriya Bertani ozuqa muhiti (tarkibi, g/l): tripton -5, achitqi ekstrakti-2,5, NaCl -5, agar-10) + 0,5 XLE (Xashaki lavlagi ekstrakti: 22,5 g))

Bakterial shtammlar suspenziyalar bilan ishlov berishning no‘xat urug‘lari unuvchanlik ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlashga qaratilgan tajribalar suv bilan ishlov berilgan nazorat variantlarida, 3, 6, 9, 12 soat davomida 10, 20, 30 % konsentratsiyali bakterial suspenzion suyuqlik bilan ishlov berilgan tajriba variantlarda o‘tkazilgan. Barcha variantlarda bakterial shtammlar bilan ishlov berilgan urug‘larda nazorat variantiga nisbatan unuvchanlik ko‘rsatkichlari yaxshilanganligi kuzatilgan.

5-jadval

Vegetatsion tajribalar sharoitida *P. harmala* dan ajratib olingan endofit bakteriyalar istiqbolli shtammlari suspenziyasi bilan ishlov berishning no‘xat o‘simligi rivojlanishiga ta’siri (suspension suyuqlik konsentratsiyasi 20%, ishlov berish vaqti 6 soat, n=3)

Shtammlar nomi	Ildiz rivojlanishi		Poya rivojlanishi	
	Uzunligi, sm	Og‘irligi, g	Uzunligi, sm	Og‘irligi, g
Nazorat	12±0,7	1,4±0,1	27±0,6	1,1±0,1
B. subtilis MsHpR102	16±1,1**	1,5±0,1	28±1,4	1,3±0,1
*P. putid*a MsHpR103	17±0,6	2,2±0,1***	30±0,2	1,4±0,1
B. amyloliquefaciens MsHpR108	15±0,6	1,8±0,1	29±0,6	1,4±0,1
B. pumilus MsHpS108	17±0,7	2±0,1	29±0,3**	1,3±0,1
P. frigoritolerans MsHpL103	14±0,8	2±0,1	25±0,8	1,1±0,1

*Izoh.*Bunda ildiz va poyaning rivojlanish ko‘rsatkichlar tajribaning 21 kunligida o‘lchangan. **p<0,05 da, ***p<0,01 da statistik ahamiyatga ega.*

Unuvchanlik ko‘rsatkichlarini qiyoslash orqali, bakterial suspenziyalar bilan urug‘larga ishlov berishning optimal me’yori sifatida 20%li suspenziya, me’yordagi ishchi aralashma bilan ishlov berish vaqti sifatida 6 soat tanlangan. Tadqiqot davomida ajratib olingan bakteriya shtammlari suspenziyalari bilan no‘xat urug‘lariga ishlov berishning no‘xat o‘simligi o‘sishi va rivojlanish ko‘rsatkichlariga ta’siri vegetatsion tajribalarni o‘tkazish orqali aniqlangan. Maysa va ildiz uzunligi hamda massasini 21-kunda o‘lchash natijasida olingan ma’lumotlar endofit bakterial shtammlar suspenzion suyuqligi bilan ishlov berilgan variantlarda ko‘rsatkichlar nazorat variantidagi qiymatlarga qaraganda yaxshilanganligi, bakterial shtammlar orasida *P. putid*a MsHpR103 nisbatan yuqori darajada ta’sirga egaligini ko‘rsatgan (5-jadval). Tuproqning cheklangan namlik darajalarida (50-60%) ushbu natijaga mos tendensiya kuzatilgan. Shundan kelib chiqqan holda, dala tajribalar istiqbolli deb topilgan *P. putida* MsHpR103 shtammi bilan davom ettirilgan.

6-jadval

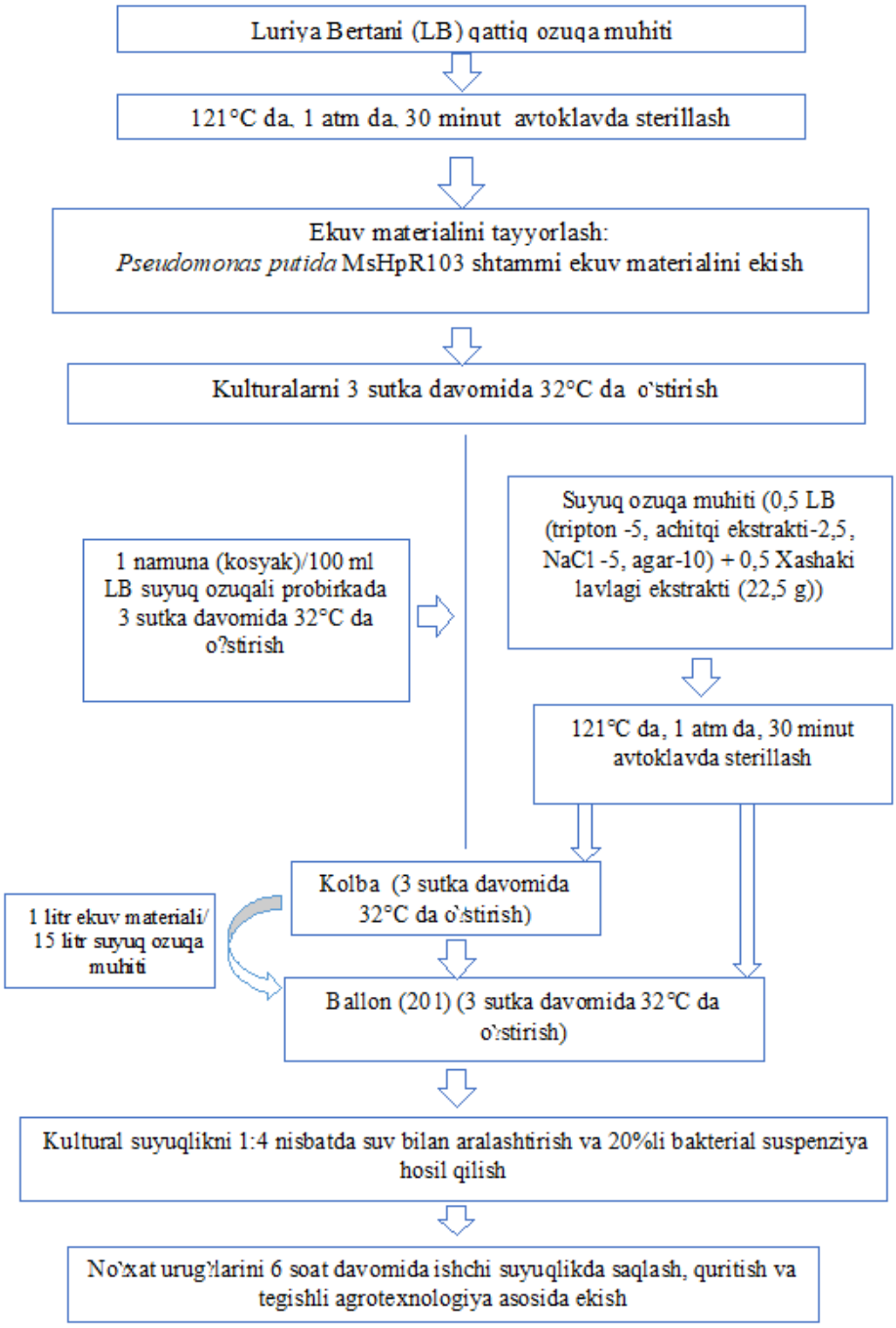
Ekishdan oldin urug‘ga *P. putida* MsHpR103 suspenziyasi bilan ishlov berishning dala sharoitida no‘xatning ayrim biometrik ko‘rsatkichlariga ta’siri

Ko‘rsatkichlar	Nazorat	*P. putida* MsHpR103
Ildiz ko‘rsatkichlari (n=5)		
Uzunligi, sm	10,4±0,44	12,1±0,49*
Ho‘l biomassa og‘irligi, gr/tup	0,78±0,02	0,87±0,03*
Quruq biomassa og‘irligi, gr/tup	0,06±0,002	0,08±0,002
Poya ko‘rsatkichlari (n=10)		
Uzunligi, sm	43,6±1,5	51,3±1,2*
Ho‘l biomassa og‘irligi, gr/tup	9,6±0,4	11,2±0,3
Quruq biomassa og‘irligi, gr/tup	0,67±0,08	0,86±0,04
Barg sathi, sm^2/tup	20,4±0,4	23,1±0,5*

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

6-jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, lalmikor dala sharoitida *P. putida* MsHpR103 suspenziyasi bilan ishlov berish no‘xatda ildiz uzunligini 16,3% gacha, ildiz massasini 32,2% gacha, poya uzunligini 17,6% gacha, poya massasini 22,8% gacha yaxshilagan, barg sathini 13,2% gacha kengaytirgan. Mazkur natijalar isiriqdan ajratib olingan *P. putida* MsHpR103 shtammi istiqbolli deb hisoblash imkonini bergan.

Tadqiqot davomida o‘tkazilgan barcha tajribalarda olingan ma’lumotlar asosida *P. putida* MsHpR103 shtammini o‘stirish, bakterial suspenziya olish va uni no‘xat yetishtirishda qo‘llash biotexnologiyasi ishlab chiqilgan (6-rasm).



6-rasm. *P. putida* MsHpR103 shtammini o‘stirish, bakterial suspenziya olish va uni no‘xat yetishtirishda qo‘llash biotexnologiyasi

Tavsiya etilayotgan biotexnologiya asosida *P. putida* MsHpR103 shtammi bakterial kulturasi o‘stirilgan va supenziya asosida ishchi eritma (shartli preparat) sinov namunalari olingan. Mazkur sinov namunalari Qashqadaryo viloyati Ko‘kdala tumaninig (39°22'25.2"N 66°13'29.3"E) lalmikor maydonlarida ishlab chiqarish sharoitida qo‘llanilgan (7-jadval).

7-jadval

Ekishdan oldin urug‘ga *P. putida* MsHpR103 suspenziyasi bilan ishlov berishning no‘xatning fitopatogenlar bilan zararlanish darajasi va hosildorlik ko‘rsatkichlariga ta’siri* (n=5)

Variantlar	Fitopatogen bilan zararlanish darajasi, %	1000 ta don vazni, gr	Hosildorlik, g/m^2
Nazorat (ekishdan oldin H_2O bilan ishlov berilgan)	22,7±1,8	262,8±10,3	97,2±5,8
P. putida MsHpR103 suspenziyasi bilan ishlov berilgan	10,6±1,2**	315,6±12,2*	124,8±6,5*

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

7-jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, tavsiya etilayotgan biotexnologiyani lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishda qo‘llash ekinning zamburug‘li kasalliklar bilan zararlanishini 22,7% dan 10,6% gacha kamaytiradi, hosildorlikni esa 9,72 sentner/gektardan 12,48 sentner/gektargacha oshiradi.

Umuman olganda, tadqiqot yakunida *Peganum harmala Crantz.* (isiriq) o‘simligi endofit bakteriyalar ajratib olish yangi manba bo‘lib, foydali mikroorganizmlar shtammlari ajratib olinadigan o‘simliklar xilma-xilligini oshirishga xizmat qiladi, undan ajratilgan endofit bakteriyalar lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishda yuqori potensialga ega, deb xulosa qilingan.

XULOSALAR

“*Peganum harmala* Crantz. endofit bakteriyalari: xilma-xilligi, xususiyatlari va lalmikor sharoitda no‘xat yetishtirishdagi potensiali” mavzusidagi dissertatsiya ishi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. *Peganum harmala Crantz.* (isiriq) ildizi, bargi va poyasidan ajratilgan 2000 dan ortiq segmentlardan qattiq LB ozuqasining yuzasida o‘sib chiqqan koloniyalarni suyuq ozuqada qayta o‘stirish orqali endofit bakteriyalarning jami 570 ta izolyati saralandi, ularni 24-40 ^oC oralig‘idagi 5 xildagi haroratda o‘stirish orqali, 40 ^oC haroratga chidamli 24 ta izolyat tanlab olindi.

2. Antifungal faollikni aniqlashning birlamchi skriningida umumqabul qilingan test kulturalar *F. oxysporum, F. solani va A. alternata* ga nisbatan jami beshta (MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103 va MsHpS108) izolyat yuqori antagonist bo‘ldi. No‘xat patogenlariga nisbatan tekshirilgan ikkilamchi skriningda eng faol izolyat sifatida MsHpR103 izolyati va *F. solani* orasida ingibirlanish masofasi 30,4±1,8 mm ni tashkil etgan bo‘lsa, *A. rabiei* va *L. taurica* bilan o‘zaro mos holda 23,7±1,6 mm va 28,1±1,5 mm masofada qolganligi qayd qilindi.

3. Morfo-kultural tavsiflash va 16S rRNK genini nukleotidlar ketma-ketligi sekvenslash orqali MsHpR102 izolyati *Bacillus subtilis*, MsHpR103 izolyati *Pseudomonas putida*, MsHpR108 izolyati *Bacillus amyloliquefaciens*, MsHpS108 izolyati *Bacillus pumilus* va MsHpL103 izolyati *Peribacillus frigoritolerans* turlari ekanligi aniqlandi.

4. Bakterial shtammlarni turli nisbatlarda (25%, 50% va 75%) xashaki lavlagi ekstrakti qo‘shilgan va komponentlari minimallashtirilgan LB ozuqasida 72 soat o‘stirilgan bakterial kulturaning spektrofotometrik tahlillari barcha shtammlarda ozuqa muhit tarkibida xashaki lavlagi miqdorining ortishi bilan zichlik kamayib borganligini, 0,5 LB (tripton -5, achitqi ekstrakti-2,5, NaCl -5, agar-10) + 0,5 XLE (22,5 g) tarkibli ozuqa muhitda o‘sgan shtammlar ko‘rsatgan qiymatlar nazorat variantidagi qiymatlarga nisbatan yaqinligini ko‘rsatdi, shu bois bakteriyalarni o‘stirishda 0,5 LB (tripton -5, achitqi ekstrakti-2,5, NaCl -5, agar-10) + 0,5 XLE (22,5 g) tarkibli ozuqa muhitdan foydalanish tavsiya etildi.

5. Xashaki lavlagi ekstrakti asosida optimallashtirilgan LB ozuqa muhitida *P. putid*a MsHpR103, *B. amyloliquefaciens* MsHpR108 va *B. pumilus* MsHpS108 shtammlari azot fiksatsiyalash va ASK-deaminaza sintezlash xususiyatlarini saqlab qoldi, *P. putid*a MsHpR103 ISK (56,8±2,7 mkg/ml) va siderofor (7,7±0,4 mkg/ml) sintezlash xususiyatlarini, *B. pumilus* MsHpS108 fosfat eritish (74,2±5,0 mkg/ml) xususiyatini boshqa shtammlarga nisbatan yuqoriroq darajada namoyon etdi.

6. No‘xat ekini ustida olib borilgan laboratoriya, vegetatsion va dala tajribalarida urug‘ga ekishdan ishlov beruvchi vosita sifatida *P. putid*a MsHpR103 nisbatan yuqori darajada ta’sirga egaligini ko‘rsatdi. Natijada *P. putida* MsHpR103 shtammini o‘stirish, bakterial suspenziya olish va uni no‘xat yetishtirishda qo‘llash biotexnologiyasi ishlab chiqildi. Mazkur biotexnologiyani amaliyotda qo‘llash lalmikor sharoitda ekinning zamburug‘li kasalliklar bilan zararlanishini 22,7% dan 10,6% gacha kamaytirdi, hosildorlikni esa 9,72 sentner/gektardan 12,48 sentner/gektargacha oshirdi. Shu bois, lalmikor sharoitida no‘xat yetishtirishda *P. putid*a MsHpR103 shtammidan foydalanish tavsiya etiladi.

РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРИ НАУЧНОМ СОВЕТЕ PhD. PhD.08/2025.27.12.B.11.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ НАУЧНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ, ЖИВОТНОВОДСТВА И БИОТЕХНОЛОГИЙ

ТАШКЕНСКИЙ ФИЛИАЛ САМАРКАНДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ, ЖИВОТНОВОДСТВА И БИОТЕХНОЛОГИИ

МУХТАРОВА СИТОРА АЛИШЕРОВНА

ЭНДОФИТНЫЕ БАКТЕРИИ *PEGANUM HARMALA* CRANTZ: РАЗНООБРАЗИЕ, ОСОБЕННОСТИ И ПОТЕНЦИАЛ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НУТА В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ

03.00.12 – Биотехнология

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ

Самарканд – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей Аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2025.1.PhD/B1420

Диссертационная работа выполнена в Ташкентском филиале Самаркандского государственного университета ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу (www.ssuv.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Аликулов Бегали Сайдуллаевич** доктор биологических наук (Dsc), доцент
Официальные оппоненты:	**Ходжамшукуров Нортожи Абдухоликович** доктор биологических наук, профессор
	Ташбаев Шерзодбек Абдурасулович доктор философии (PhD) по биологическим наукам, доцент
Ведущая организация:	**Институт микробиологии**

Защита диссертации состоится 5 дека.12.2026 года в 10:00 часов на собрании Научного совета PhD.08/2025.27.12.B.11.02 по присуждению ученых степеней при Самаркандском государственном университете ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологии, (Адрес: 140103, город Самарканд, улица М.Улугбека, дом 77. Тел.:(99866)234-76-86; e-mail: ssuv@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного университета ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологии (зарегистрировано под номером 14373) Адрес: 140103, город Самарканд, улица М.Улугбека, дом 77. Тел.:(99866)234-76-86; e-mail: ssuv@edu.uz.)

Автореферат диссертации разослан «20» ноября 2026 года.
(протокол реестра рассылки № 3 от «20» ноября 2026 года).

Х.Т. Боймуродов
Председатель разового научного совета по присуждению учёных степеней, д.б.н., профессор

А.А. Нурниезов
Научный секретарь научного совета по присуждению учёных степеней д.ф.б.н. (PhD), доцент

Х.Б. Юнусов
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, д.б.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Продолжающееся в мире усиление глобального потепления и расширение масштабов засухи представляют серьёзную угрозу продовольственной безопасности. Воздействие этих стрессовых факторов особенно отчётливо проявляется на богарных землях, которые занимают более 40 % суши, где проживает около 2,5 млрд людей и выращивается 45 % сельскохозяйственной продукции. Несмотря на то что сельское хозяйство в засушливых регионах играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, такие проблемы, как сильная почвенная эрозия, недостаточно развитая инфраструктура и высокая степень воздействия стрессовых факторов, становятся сдерживающими факторами роста доходов на богарных землях. В связи с этим проведение исследований, направленных на решение проблем, вызванных изменением климата и дефицитом водных ресурсов в засушливых регионах, а также создание и внедрение инновационных биотехнологий для устойчивого возделывания сельскохозяйственных культур и повышения их урожайности, приобретает важное научно-практическое значение.

В результате проводимых в мире за последние годы научных исследований получены достижения, которые предлагают перспективные решения по повышению засухоустойчивости сельскохозяйственных культур и улучшению их урожайности. В связи с этим, исследование потенциала средств, основанных на активности микроорганизмов, выделенных из растительного микробиома и обладающих механизмами смягчения воздействия стрессовых факторов, а также стимуляции роста растений, при возделывании культур на богарных землях уделяется особое внимание. Интенсивное развитие и высокая продуктивность биомассы *Peganum harmala* (гармала) в засушливых условиях позволяют предположить, что эти особенности связаны с механизмами адаптации и стимуляции, присущими бактериям его микробиома, что в свою очередь, обусловливает необходимость изучения данного растения как нового источника микроорганизмов, способных стимулировать рост сельскохозяйственных культур в условиях богары. Отбор микроорганизмов, выделенных из эндомикробиота растений, по их эффективным биологическим свойствам, определение их видового состава и обоснование возможности практического применения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур за счёт улучшения биометрических показателей имеют важное значение для повышения эффективности земледелия на богарных землях.

В нашей Республике особое внимание уделяется разработке и внедрению в практику современных технологий, направленных на повышение эффективности возделывания сельскохозяйственных культур на богарных землях, увеличение их урожайности, а также борьбу с болезнями растений и вредителями. В этом направлении, в частности, достигнуты определённые результаты по выращиванию сельскохозяйственных культур за счёт перехода на капельное орошение, а также повышения плодородия почв и урожайности

посредством использования органических удобрений на богарных землях. В Стратегии развития Нового Узбекистана определены цели и задачи по «научно обоснованному интенсивному развитию сельского хозяйства»[2]. Реализация данных задач, в том числе исследование *P. harmala* в качестве нового источника эндофитных бактерий, оказывающих положительное влияние на развитие сельскохозяйственных культур в богарных условиях, выделение эндофитных бактерий с высокой антагонистической активностью по отношению к патогенам, а также оценка потенциала применения выделенных бактериальных штаммов при выращивании нута в богарных условиях, является одной из актуальных задач.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит реализации задач, определенных в Указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана» и №УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020 — 2030 годы», Постановлении №ПП-233 от 24 июня 2024 года «О мерах по созданию устойчивой к изменению климата агроэкосистемы и повышению устойчивости производителей сельскохозяйственной продукции к рискам, связанным с изменением климата», а также ряде других нормативно-правовых документов, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики. Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики "V. Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды".

Степень изученности проблемы. В научных источниках, опубликованных ведущими специалистами зарубежных стран, освещены основные физиологические и биохимические механизмы эндофитных бактерий в повышении толерантности культур в экстремальных условиях (D. Barnawal, 2012; K. Lowe, 2008; Z. Stepniewska, 2013), их значение в смягчении воздействия негативных абиотических факторов (S. Zeilinger, 2016). Также в ряде исследований (R. Sheibani-Tezerji, 2015; S. Shah, 2019) установлено, что обработка суспензией культур эндофитных бактерий или микробными препаратами, основанными на их активности, в различных фазах развития растений обеспечивает устойчивое развитие растений в условиях засухи и засоления.

В исследованиях, проведённых в странах СНГ, получены важные результаты, касающиеся симбиотических взаимоотношений бактерий, выделенных из растений, с растительным организмом и их значения (В. Чеботарь, 2022), разнообразия эндофитных бактерий и их возможностей в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов и вредителей (Ш. Рубанов, 2022), а также положительного влияния применения микробных

[2] Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана».

удобрений на физиологические показатели растений, определяющие их продуктивность (Т. Бибикова, 2017).

В нашей стране исследования, направленные на выделение микроорганизмов из растений, произрастающих в условиях воздействия стрессовых факторов, изучение их биологических свойств и применение при возделывании сельскохозяйственных культур, являются новым направлением науки. В связи с этим, выделены эндофитные бактерии из некоторых галоксерофитных растений, оценены их важные биологические свойства и определено систематическое положение (К.Давранов, 1999, 2011; Р.Жураева, 2011; З.Исмаилов, Ш.Аханбаев, 2024), на примере пшеницы и хлопчатника доказано, что эндофитные бактерии могут служить основой средств, оказывающих положительное влияние на важные биометрические показатели сельскохозяйственных культур и их урожайность (Г.Жуманиезова, 2012; С. Мурадова, 2018; Б. Аликулов, 2025), а также оценён потенциал ризосферных и эндофитных бактерий при возделывании бобовых культур (В.Шурыгин, 2017, 2019). Однако, в научной литературе крайне редко встречаются сведения об эндофитных бактериях *P. harmala*, их свойствах и потенциале применения при возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе при выращивании нута в богарных условиях, данное состояник указывает на то, что глубокие исследования в этой области не проводились. В условиях увеличения охвата засухи в последние годы, исследования, основанные на передовых биотехнологических подходах, приобретают важное значение для устойчивого обеспечения продовольственной безопасности.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного или научно-исследовательского учреждения. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ кафедры биотехнологии, экологии и лесного хозяйства Ташкентского филиала Самаркандского университета ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий на 2023–2025 годы по теме «Повышение эффективности выращивания растений с использованием агробиологических и биотехнологических методов».

Целью исследования являются выделение эндофитных бактерий из *Peganum harmala* Crantz., подбор перспективных изолятов по их противогрибковым свойствам, определение их систематического положения и оценка потенциала выращивания нута в богарных условиях.

Задачи исследования заключаются в следующем:

выделение эндофитных бактерий из вегетативных органов гармалы и оценка влияния температуры на их рост;

отбор перспективных бактериальных изолятов путём определения их активности по отношению к фитопатогенным грибам;

морфолого-культуральная характеристика отобранных перспективных изолятов и определение их систематического положения на основе секвенирования 16S рРНК;

выявление свойств бактериальных штаммов, стимулирующих рост растений на методических и местных (адаптированных) питательных средах;

оценка влияния обработки семян суспензией бактериальных штаммов на показатели роста и развития нута, а также разработка рекомендаций по их применению.

Объектом исследования являются активные эндофитные бактерии, выделенные из *Peganum harmala* Crantz. (гармала) и нут.

Предметом исследования служили термоустойчивость эндофитных бактерий, их антагонистическая активность, разнообразие, особенности бактериальных штаммов, обеспечивающие рост растений, а также некоторые биометрические показатели нута.

Методы исследования. В ходе проведения исследований использовались микробиологические, биохимические, биотехнологические, агротехнологические, биометрические и статистические методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

сформирована коллекция изолятов эндофитных бактерий, выделенных из микробиоты вегетативных органов *P. harmala*, среди которых доказана устойчивость к высоким температурам у 24 изолятов;

установлено, что пять перспективных изолятов (MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103, MsHpS108) обладают противогрибковой активностью в отношении фитопатогенных грибов *Leveillula taurica, Ascochyta rabiei* и *Fusarium solani*, вызывающих заболевания нута;

на основании морфолого-культуральной характеристики и молекулярно-генетических методов установлено, что изоляты MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103, MsHpS108 соответственно относятся к видам *Bacillus subtilis, Pseudomonas putida, Bacillus amyloliquefaciens, Bacillus pumilus* и *Peribacillus frigoritolerans*;

состав питательной среды для культивирования бактерий был локализован на основе использования кормовой свёклы; обосновано, что на данной питательной среде бактериальные штаммы сохраняют способность к фиксации азота, синтезу индолилуксусной кислоты и АСС-дезаминазы, образованию сидерофоров и растворению фосфатов;

в результате проведения лабораторных, вегетационных и полевых опытов среди эндофитных бактерий, выделенных из *P. harmala,* штамм *P. putida* MsHpR103 отобран как перспективный для выращивания нута, его применение позволило в богарных условиях снизить степень поражения фитопатогенами до 12,1% и повысить урожайность до 28,4%.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

среди эндофитных бактерий, выделенных из гармалы, отобраны штаммы устойчивые к фитопатогенам, вызывающим заболевания нута, подобраны оптимальный состав питательной среды и условия их выращивания;

в качестве средства предпосевной обработки семян получены опытные рабочие смеси суспензии культуральной жидкости штамма *P. putida* MsHpR103, применение которых при выращивании нута в полевых условиях доказали свою эффективность.

Достоверность результатов исследования объясняется тем, что результаты, полученные в модельной системе, совпадают с данными, полученными на практике, полученные результаты основаны на современных методиках, опубликованы в авторитетных научных журналах и внедрены в практику. Анализ научных результатов проводился с использованием современных статистических методов, в программах Statistics Kingdom (https://www.statskingdom.com) и «Медицинская статистика» (https://medstatistic.ru); все результаты опытов подвергались статистической обработке на основе арифметических средних 3–5-кратных повторностей опытов с оценкой на уровне достоверности $p \leq 0,05$.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что из растения гармала выделены термоустойчивые эндофитные бактерии, оценена их активность по отношению к фитопатогенным грибам, с использованием современных методов уточнено систематическое положение активных штаммов, изучены их ростостимулирующие свойства и созданы теоретические основы их применения на практике, полученные результаты дополняют теоретическую часть биотехнологии в области создания технологий, основанных на активности микроорганизмов.

Практическая значимость результатов исследования определяется тем, что в результате применения эндофитных бактерий, выделенных из гармалы, при выращивании нута в богарных условиях, урожайность культуры и определяющие ее показатели имеют положительную характеристику, а полученные научные результаты показывают, что эти бактерии служат исходными источниками, рекомендованными для включения в состав стимуляторов роста культур.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по выделению из *Peganum harmala Crantz.* (гармала) эндофитных бактерий, отбору перспективных изолятов по антагонистическим свойствам, определению их систематического положения и оценке их потенциала при выращивании нута в богарных условиях:

сведения, полученные в результате секвенирования нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК выделенных из гармалы активных штаммов *Bacillus subtilis* MsHpR102, *Pseudomonas putida* MsHpR103, *Bacillus amyloliquefaciens* MsHpR108, *Bacillus pumilus* MsHpS108 и *Peribacillus frigoritolerans* MsHpL103 внесены в базу данных Национального центра биотехнологической информации (NCBI) под регистрационными номерами OR841349–OR841353 (справка из базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) от 23 ноября 2023 года). В результате интеграции с базами Европейского нуклеотидного архива (ENA) и Японского банка ДНК (DDBJ) полученные данные генетического материала бактерии, выделенные из гармалы широко используются в международном масштабе;

сведения, полученные в результате исследований по оценке разнообразия, свойств и потенциала эндофитных бактерий, выделенных из

растений, были использованы в зарубежных журналах с высоким импакт-фактором (IF) для обоснования механизмов устойчивости эндофитных бактерий растений к патогенам, а также процессов стимуляции роста: Environmental Science and Pollution Research (2025), SJR IF 1.0, ISSN 1614-7499 (Scopus), Microbial Pathogenesis (2024), SJR IF 0.8, ISSN 1096-1208, (Scopus) и Journal of Ecological Engineering (2025), SJR IF 0.5, ISSN 2299-8993 (Scopus). В результате, благодаря применению научных результатов, достигнутых в данном исследовании, расширены возможности для отечественных и зарубежных специалистов более глубоко охарактеризовать потенциал бактерий в выращивании сельскохозяйственных культур.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены всего на 5, в частности на 2 международных и 3 республиканских научных конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 10 научных работ, из них 5 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 3 статьи в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из списка сокращенний, введения, трех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 108 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, а также объект и предмет исследования, приведено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта теоретическая и практическая значимость результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации озаглавленное как **“Современный анализ использования достижений биотехнологии в развитии богарного земледелия”** изложены существующие проблемы в богарном земледелии и инновационные подходы к их решению, значение применения современных биотехнологий в реализации этих подходов, общая характеристика эндофитных бактерий и их основные биологические механизмы стимуляции роста растений. В результате обоснована актуальность использования эндофитных бактерий растений в качестве эффективных средств возделывания сельскохозяйственных культур.

Во второй главе диссертации **“Общая характеристика региона и объекта исследования, а также методы их исследования”** приведена характеристика территорий, где были собраны образцы растений и проведены

полевые опыты, описаны свойства объектов исследования *Peganum harmala* (исирик) и *Cicer aretinum* (нут), микробиологические, биохимические, биотехнологические, агротехнологические, биометрические и статистические методы, использованные в исследованиях. В главе освещены выделение и культивирование бактерий, определение возможностей колонизации изолятов в различных температурах, оценка устойчивости перспективных изолятов к патогенным грибам, определение систематического положения изолятов с помощью морфокультуральных и молекулярно-генетических методов, оценка стимулирующих свойств растений, агротехнологические мероприятия и методы статистической обработки полученных результатов. В качестве объекта диссертационного исследования выбрано растение гармала (*Peganum harmala* L.). Специалистами установлено, что данное растение интенсивно развивается в пустынных районах даже при высоком уровне засухи и производит большую биомассу. Установлено, что высокая адаптивность гармалы, наряду с рядом физиолого-биохимических механизмов, связана с особенностями микроорганизмов в микробиоте ее вегетативных органов.

В третьей главе диссертации **“Свойства эндофитных бактерий *Peganum harmala* Crantz. и биотехнология их применения при выращивании нута в богарных условиях”** описаны результаты исследований влияния температуры на колонизацию изолятов эндофитных бактерий гармалы, антифунгальные свойства изолятов эндофитных бактерий, морфо-культуральная характеристика и систематическое положение перспективных изолятов эндофитных бактерий, особенности перспективных штаммов, стимулирующих рост растений, влиянию изменения компонентов питательной среды на рост штаммов, а также возможности и технологии применения перспективных штаммов при выращивании нута в богарных условиях. В диссертационном исследовании сначала были проведены эксперименты, направленные на выделение эндофитных бактерий из растения *P. harmala*, культивирование и отбор устойчивых к высоким температурам изолятов для использования в богарных условиях (рис. 1).

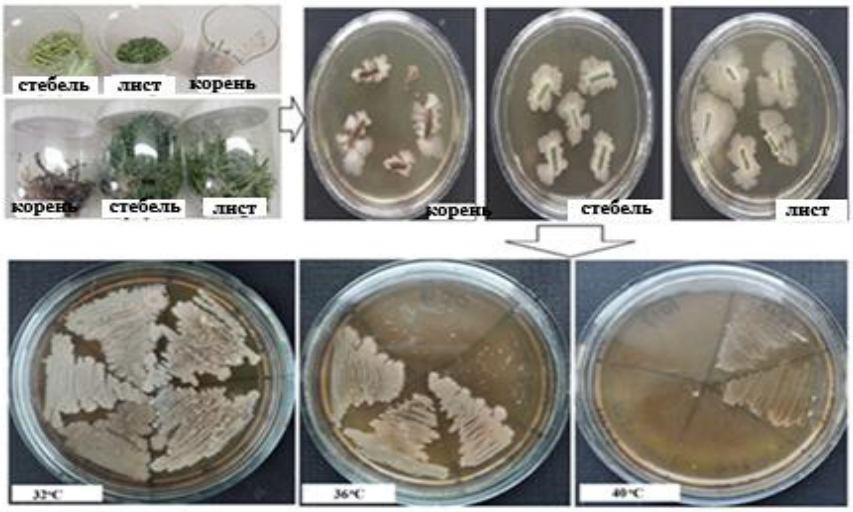


Рис. 1. Выделение и скрининг по термоустойчивости эндофитных бактерий *P. harmala*

Образцы были собраны весной 2023 года из популяций растения, произрастающих в засушливых районах юго-западной части Узбекистана, в частности в Карнабчуле (Нурабадский район Самаркандской области) и Еттитом (Кукдалинский район Кашкадарьинской области). Комплекс образцов для выделения бактерий был сформирован из более 2000 сегментов, выделенных из корней, листьев и стеблей *P. harmala*. Изоляты эндофитных бактерий, выросших на поверхности твердого корма LB. были выделены путем перераживания их колоний в жидком корме.

Таблица 1.

Влияние температуры на рост изолятов эндофитных бактерий, выделенных из *P. harmala*

Название и локация места сбора образцов	**Вегета–тивный орган**	**Количество выделенных изолятов**	**Температура, ºС**					**Условное название изолятов**
			24	**28**	**32**	**36**	**40**	
Карнабчуль, (39°36'46.2"N 65°29'00.9"E), Еттитом (39°21'40.9"N 66°14'02.1"E)	Корень	190	141	156	177	152	11	MsHpR101-MsHpR111
	Лист	190	127	146	165	135	5	MsHpL101-MsHpL105
	Стебель	190	132	148	168	143	8	MsHpS101-MsHpS108
	Всего	***570***	***400***	***450***	***510***	***430***	***24***	

Среди изолятов, выращенных из образцов сегментов каждого вегетативного органа, было отобрано по 190 изолятов, всего 570 изолятов. Путем культивирования бактериальных изолятов в 5 различных температурных диапазонах 24-40 ºС были отобраны 24 изолята, устойчивых к температуре 40 ºС, которые были исследованы на последующих этапах исследования. Также в результате этих экспериментов установлено, что оптимальная температура для культивирования бактериальных изолятов составляет 28-32 ºС (таблица 1).

На следующем этапе диссертационного исследования была изучена антифунгальная активность выбранных эндофитных бактериальных изолятов по отношению к фитопатогенным грибам. Первичный скрининг на определение противогрибковой активности проводили в отношении общепринятых тест-культур *F. oxysporum, F. solani* и *A. alternata*. В результате изоляты MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103 и MsHpS108 имели высокие расстояния ингибирования между исследованными фитопатогенами (рис. 2).

В ходе исследования путем первичного скрининга было изучено антагонистическое влияние отобранных изолятов с высокой антифунгальной активностью по отношению фитопатогенных грибов *Fusarium solani*, вызывающего корневую гниль у нута, *Leveillula taurica*, вызывающего заболевание мучнистой росы, и *Ascochyta rabiei*, вызывающего заболевание аскохитоз. В качестве контроля применяли препарат “Avial, KE”, полученный

химическим методом и оказывающий общее действие на данные патогены. Эксперименты показали, что среди бактериальных изолятов, выделенных из гармалы, изолят MsHpR103 обладал высокой активностью по сравнению со всеми исследованными патогенами.

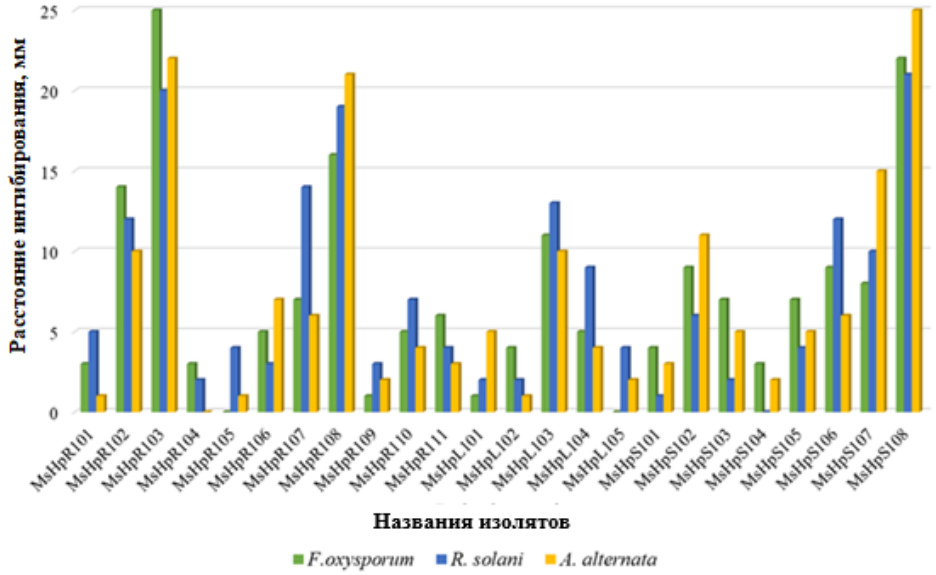


Рис. 2. Антифунгальная активность эндофитных бактерий, выделенных из *P. harmala*

Ингибирующее расстояние между данным изолятом и *F. solani* составило 30,4±1,8 мм, а с *A. rabiei* и *L. taurica* составило 23,7±1,6 мм и 28,1±1,5 мм соответственно. В связи с этим, наблюдалось, что изолят MsHpR102 также имел относительно положительные характеристические значения (таблица 2).

Таблица 2

Устойчивость к фитопатогенным грибам перспективных изолятов эндофитных бактерий, отобранных по результатам первичного скрининга выделенных из *P. harmala* (n = 3)

Название изолятов	Фитопатогенные грибы		
	F. solani	*L. taurica*	*A. rabiei*
Avial, KE (тебуконазол 125 г/л + триадимефон 100 г/л)	41,6±2,2	38,9±1,8	45,6±2,5
MsHpR102	24,8±1,6	21,8±1,3**	26,2±1,0
MsHpR103	30,4±1,8*	23,7±1,6	28,1±1,5
MsHpR108	19,5±1,0	0,0±0,0	18,0±1,3**
MsHpL103	17,6±1,0	12,2±0,7	18,6±1,1
MsHpS108	11,7±0,8**	14,8±1,0**	19,2±1,2

Примечание. Статистическое значение *p<0,05, **p<0,01.

В большинстве исследований данного типа важное значение имеет определение систематического положения бактериальных изолятов, выделенных из растений. Поэтому в ходе исследования были проведены опыты, направленные на определение систематического положения пяти изолятов, выделенных из гармалы и отобранных как перспективные. Первоначально дана морфо-культуральная характеристика изолятов. Согласно которой, изоляты MsHpR102, MsHpR108, MsHpL103 и MsHpS108

имеют равномерный рост, белый или беловатый цвет, края образуют целые колонии, при микроскопическом исследовании установлено, что клетки имеют грамположительное окрашивание, палочковидные, длина клеток составляет 2,2-2,9 мкм, ширина 0,2-0,5 мкм. Согласно определителю Берджи эти признаки подтвердили принадлежность изолятов к классу Bacilli. Изолят MsHpR103 имеет восходящий рост, желтоватый цвет, образует целые колонии по краям, при микроскопическом исследовании наблюдается грамотрицательное окрашивание клеток. Следовательно, эти признаки изолята относятся к представителям класса Proteobacteria (рис. 3).

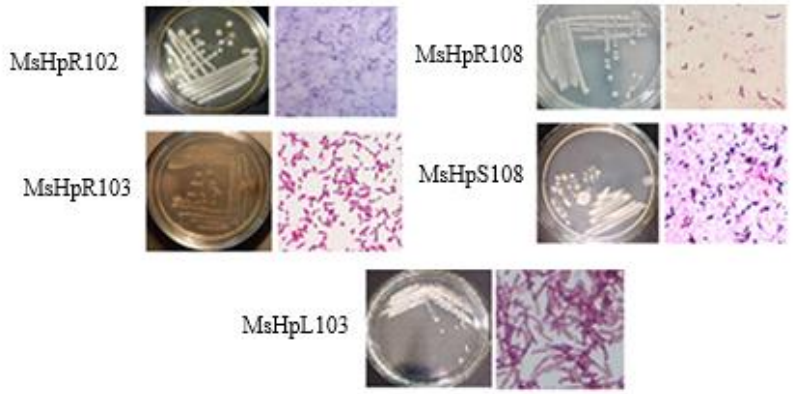


Рис. 3. Морфологическое и микроскопическое изображение колоний перспективных изолятов, выделенных из *P. harmala*

Из-за того, что морфологические признаки изолятов эндофитных бактерий очень похожи друг на друга, их сложно точно идентифицировать традиционным методом. Кроме того, морфологическое исследование может привести к некорректной идентификации видов.

Таблица 3.

Результаты сравнения данных последовательности гена 16S рРНК выделенных перспективных изолятов со сведениями, представленными в базе данных National Center for Biotechnology Information (NCBI).

Бактериальные изоляты, внесенные в Генбанк			**Сравнение с данными Генбанка**		
Название штамма	**длина (bp)**	**Номер регистрации**	**Название штамма**	**Номер регистрации**	**Сходст–во, %**
MsHpR102	1425	OR841349	*Bacillus subtilis* GEB1	OQ642274.1	**99,79**
			Bacillus subtilis S4	LC557810.1	**99,79**
			Bacillus subtilis Bs28	OQ423163.1	**99,65**
MsHpR103	1451	OR841350	*Pseudomonas putida* JCM 21368	LC752231.1	**99,86**
			Pseudomonas putida ATCC	CP11910.01	**99,79**
			Pseudomonas putida JP13	MN238797.1	**99,66**
MsHpR108	1450	OR841351	*Bacillus amyloliquefaciens* US573	LN864508.1	**99,79**
			Bacillus amyloliquefaciens TPS17	CP085282.1	**99,66**
			Bacillus amyloliquefaciens HX0037	CP139782.1	**99,66**
MsHpS108	1433	OR841352	*Bacillus pumilus* CMMB	HE974486.1	**99,92**
			Bacillus pumilus CaI6F	KJ937291.1	**99,92**
			Bacillus pumilus 2IR	KM017130.1	**99,92**
MsHpL103	1399	OR841353	*Peribacillus frigoritolerans* NASRJ18	OL588286.1	**99,79**
			Peribacillus frigoritolerans MR-16	KY753215.1	**99,71**
			Peribacillus frigoritolerans WJB99	KU877654.1	**99,71**

Поэтому в исследовании нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК была идентифицирована на видовом уровне изолятов с помощью молекулярно-генетических методов секвенирования. В результате обосновано, что изоляты MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103, MsHpS108 являются видами *Bacillus subtilis, Pseudomonas putida, Bacillus amyloliquefaciens, Bacillus pumilus* и *Peribacillus frigoritolerans* соответственно (таблица 3).

Питательная среда играет важную роль в росте и развитии метаболизма бактерий. Однако, стоимость компонентов методических питательных сред, особенно компонентов синтетических средств, оценивается высоко. В большинстве исследований разрабатываются альтернативные, недорогие по составу питательные среды для размножения потенциальных микроорганизмов и испытываются штаммы на оптимизированных питательных средах. В связи с этим, в диссертационном исследовании были проведены опыты, направленные на оптимизацию питательной среды для выращивания бактериальных штаммов, выделенных из гармалы (рис. 4).

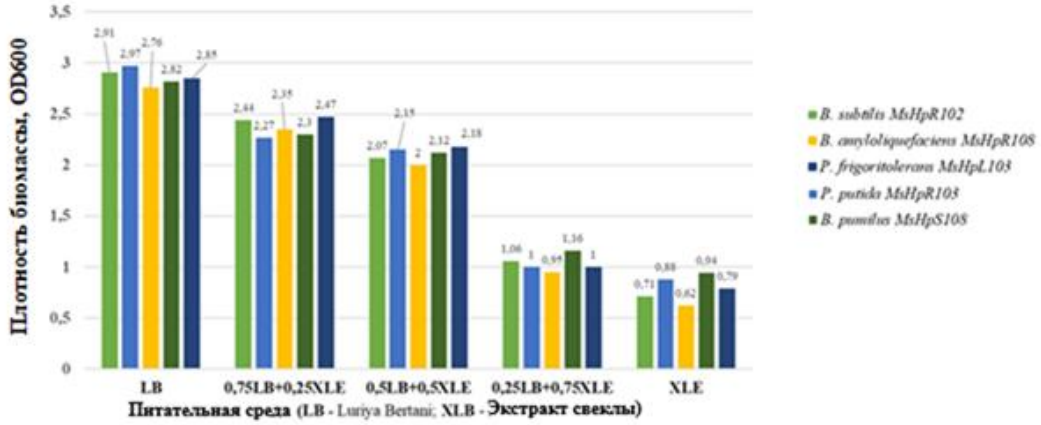


Рис. 4. Влияние культивирования на локализованной питательной среде на рост бактериальных штаммов

При этом в качестве местного сырья использовали экстракт кормовой свеклы. Бактериальные штаммы в различных соотношениях (25%, 50% и 75%) выращивали в течение 72 часов на питательная среда ЛБ с добавлением экстракта кормовой свеклы и минимизацией компонентов, а плотность бактериальной культуры исследовали спектрофотометрическим методом. Спектрофотометрические анализы, полученные по OD600 показали, что у всех штаммов плотность снижалась с увеличением количества кормовой свеклы в питательной среде, значения, показанные штаммами, выращенными на питательной среде состава 0,5 ЛБ (триптон -5, дрожжевой экстракт -2,5, NaCl -5, агар-10) + 0,5 XLE (22,5 г), были близки к значениям контрольного варианта. В результате для культивирования бактериальных изолятов рекомендовано использовать питательную среду, состоящую из 0,5 ЛБ (триптон -5, дрожжевой экстракт -2,5, NaCl -5, агар-10) + 0,5 ХЛЭ (22,5 г) (рис. 4).

По мнению специалистов, для реализации устойчивости растения-хозяина к стрессовым факторам бактерии в эндомикробиоте растений используют более 40 механизмов, связанных в системе «бактерия-растение». Среди этих механизмов наиболее эффективными являются азотфиксация бактериями, синтез индолилуксусной кислоты и АСК-деаминазы, образование сидерофора и

стимуляция роста растений в неблагоприятных условиях путем растворения фосфата. Таким образом, в последующих экспериментах были оценены стимулирующие особенности бактериальных штаммов, выделенных из гармалы. Эксперименты, для оценки каждого свойства, проводились в оптимизированной питательной среде LB на основе стандартной среды и экстракта кормовой свеклы (рис. 5).

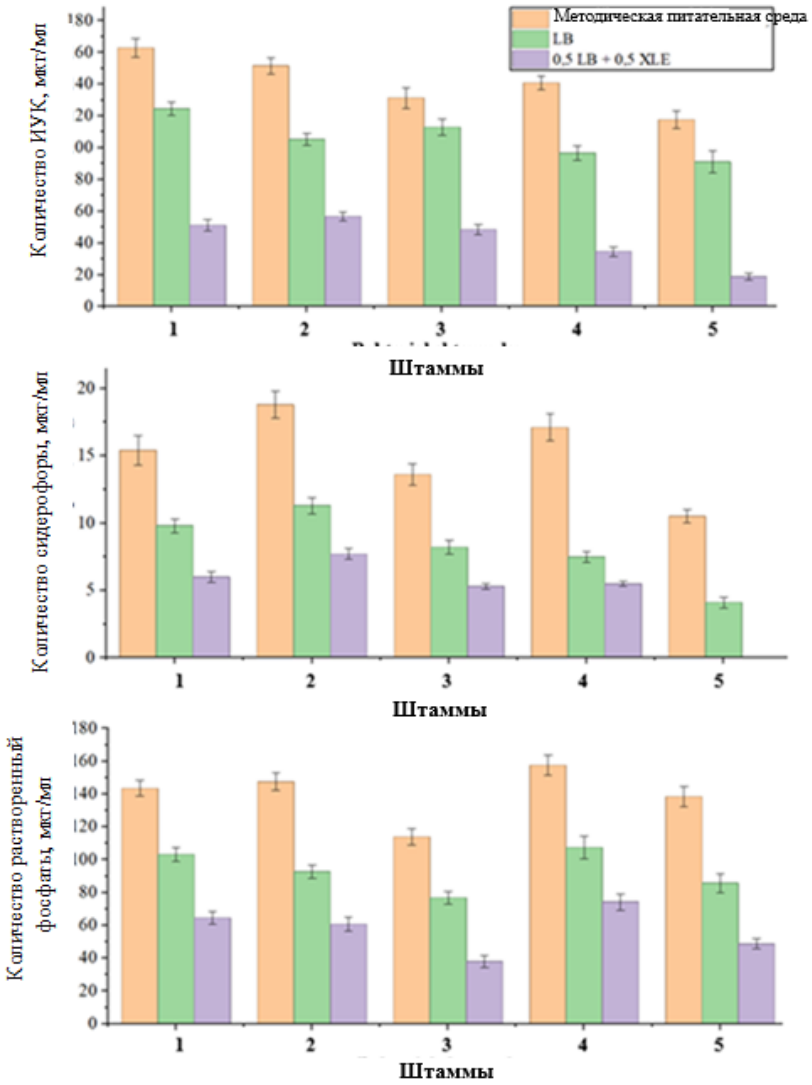


Рис. 5. Особенности бактериальных штаммов, стимулирующие рост (При этом: 1-B. subtilis MsHpR102; 2- *P. putid*a MsHpR103; 3- *B. amyloliquefaciens* MsHpR108; 4-*B. pumilus* MsHpS108; 5-*P. frigoritolerans* MsHpL103; ЛБ - питательная среда Лурия Бертани (состав, г/л): триптон -10, дрожжевой экстракт-5, NaCl -10, агар-20; 0,5 ЕД + 0,5 ХЛЭ - 0,5 ЕД (питательная среда Лурии Бертани (состав, г/л): триптон -5, экстракт дрожжей-2,5, NaCl -5, агар-10) + 0,5 ХЛЭ (экстракт кормовой свеклы: 22,5 г))

В результате визуального качественного изучения роста штаммов бактерий в питательных средах на основе экстракта кормовой свеклы штаммы *P. putida* MsHpR103, *B. amyloliquefaciens* MsHpR108 и *B. pumilus* MsHpS108 сохраняют свойства фиксации азота и синтеза АСК-деаминазы. Путем количественной оценки свойств бактериальных штаммов в оптимизированной питательной среде *P. putida* MsHpR103 продемонстрировал более высокие свойства синтеза ИУК

(56,8±2,7 мкг/мл) и сидерофора (7,7±0,4 мкг/мл), а *B. pumilus* MsHpS108 более высокие свойства растворения фосфата (74,2±5,0 мкг/мл) по сравнению с другими штаммами. На основании этих результатов было установлено, что бактериальные штаммы, выделенные из гармалы, обладают механизмами азотафиксации, синтеза индолилуксусной кислоты и АСК-деаминазы, образования сидерофора и растворения фосфата, положительно влияющими на рост сельскохозяйственных культур (рис. 5).

Таблица 5

Влияние обработки нута суспензией перспективных штаммов эндофитных бактерий, выделенных из *P. harmala*, на их развитие в условиях вегетационного опыта (концентрация суспензии 20%, время обработки 6 часов, n = 3).

Название штамма	Развитие корня		Развитие стебля	
	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г
Контроль	12±0,7	1,4±0,1	27±0,6	1,1±0,1
B. subtilis MsHpR102	16±1,1**	1,5±0,1	28±1,4	1,3±0,1
*P. putid*a MsHpR103	17±0,6	2,2±0,1***	30±0,2	1,4±0,1
B. amyloliquefaciens MsHpR108	15±0,6	1,8±0,1	29±0,6	1,4±0,1
B. pumilus MsHpS108	17±0,7	2±0,1	29±0,3**	1,3±0,1
P. frigoritolerans MsHpL103	14±0,8	2±0,1	25±0,8	1,1±0,1

*Примечание.*** При этом показатели развития корней и стеблей измерялись на 21-й день опыта. Статистическое значение равно — ** p < 0,05, *** p < 0,01.*

В данной диссертационной работе, как и в большинстве исследований данного типа, изучается возможность использования бактерий, выделенных из растений, в качестве источника средств, стимулирующих рост сельскохозяйственных культур, с целью оценки их практического потенциала. В связи с этим, в ходе исследований, опыты влияния обработки бактериальными суспензиями на показатели всхожести семян нута (*C. aretinum*) проведены в лабораторных условиях, влияние нормального и ограниченного уровней влажности почвы на рост-развитие нута проведены в условиях вегетативных экспериментов, а также опыты влияния на некоторые биометрические, физиологические показатели и урожайность нута, проведены в условиях богарных земель.Эксперименты, направленные на определение влияния обработки семян нута суспензиями бактериальных штаммов на показатели их всхожести, проводились таким образом, контрольные варианты обрабатывались водой, а опытные варианты бактериальной суспензией концентрацией 10, 20 и 30 % в течение 3, 6, 9 и 12 часов. Во всех вариантах отмечено улучшение показателей всхожести семян, обработанных бактериальными штаммами, по сравнению с контрольными. В результате сравнения показателей всхожести, в качестве оптимальной нормы обработки семян бактериальными суспензиями, выбрана 20%-ная суспензия, а оптимальная продолжительность обработки рабочей смесью составила 6 часов. В ходе исследования влияние обработки семян нута суспензиями выделенных бактериальных штаммов на показатели роста и развития растений нута определялись посредством проведения вегетационных опытов.

По результатам измерения длины и массы проростков и корней на 21-й день установлено, что в вариантах, обработанных суспензионной жидкостью эндофитных бактериальных штаммов, показатели были выше по сравнению с контрольным вариантом, а среди бактериальных штаммов *P. putida* MsHpR103 проявил относительно высокую эффективность (таблица 5). Аналогичная тенденция наблюдалась и при ограниченной влажности почвы (50–60 %). Исходя из полученных результатов, полевые опыты были продолжены с использованием перспективного штамма *P. putida* MsHpR103.

Таблица 6

Влияние предпосевной обработки семян суспензией *P. putida* MsHpR103 на некоторые биометрические показатели нута в полевых условиях

Показатели	Контроль	*P. putida* MsHpR103
Показатели корня (n=5)		
Длина, см	10,4±0,44	12,1±0,49*
Масса сырой биомассы, г/куст	0,78±0,02	0,87±0,03*
Масса сухой биомассы, г/куст	0,06±0,002	0,08±0,002
Показатели стебля (n=10)		
Длина, см	43,6±1,5	51,3±1,2*
Масса сырой биомассы, г/куст	9,6±0,4	11,2±0,3
Масса сухой биомассы, г/куст	0,67±0,08	0,86±0,04
Площадь листа, см^2/куст	20,4±0,4	23,1±0,5*

*Примечание. Статистическое значение равно *p<0,05.*

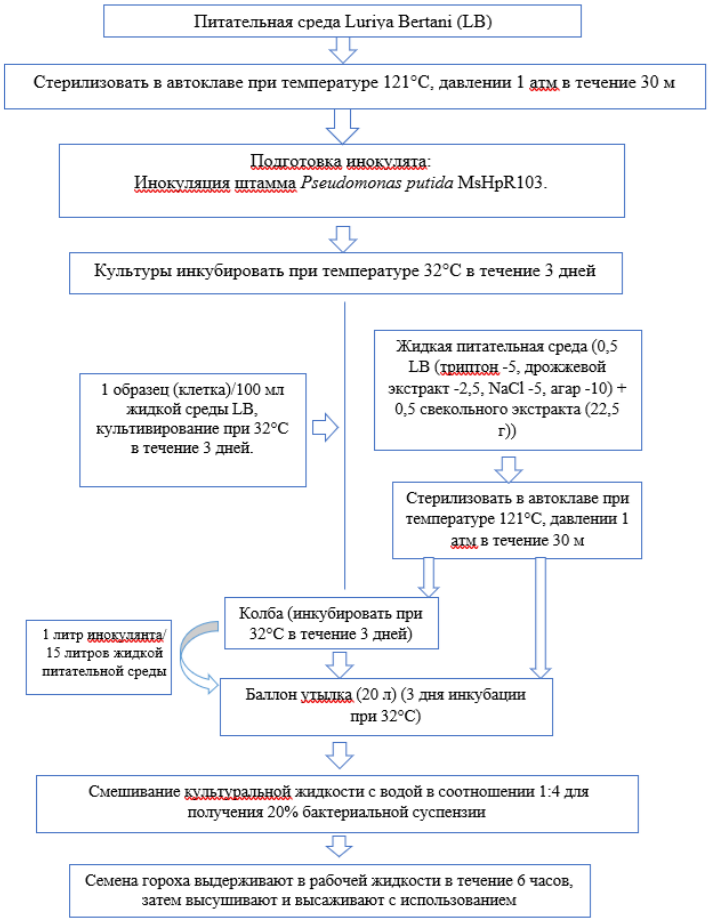


Рис. 6. Биотехнология выращивания штамма *P. putida* MsHpR103, получения бактериальной суспензии и ее применения при выращивании нута

Из данных таблицы 6 видно, что обработка суспензией *P. putida* MsHpR103 в условиях богарных земель улучшает длину корня нута до 16,3%, массу корня до 32,2%, длину стебля до 17,6%, массу стебля до 22,8%, а также увеличивает площадь листовой поверхности до 13,2%. Эти результаты позволяют считать штамм *P. putida* MsHpR103, выделенный из гармалы, перспективным. На основе данных, полученных в ходе проведенных всех экспериментов, разработана биотехнология культивирования штамма *P. putida* MsHpR103, получения бактериальной суспензии и её применения при выращивании нута (рис. 6).

На основе рекомендуемой биотехнологии выращена бактериальная культура штамма *P. putida* MsHpR103 и на основе полученной суспензии изготовлены опытные образцы рабочего раствора (условного препарата). Указанные опытные образцы применены в производственных условиях на богарных землях Кукдалинского района Кашкадарьинской области (39°22'25.2"N, 66°13'29.3"E) (таблица 7).

Таблица 7

Влияние предпосевной обработки семян суспензией *P. putida* MsHpR103 на урожайность и степень поражения нута фитопатогенами * (n=5)

Варианты	**Уровень поражения фитопатогенами, %**	**Масса 1000 шт., г**	**Урожайность, г/м^2**
Контроль (предпосевная обработка H_2O)	22,7±1,8	262,8±10,3	97,2±5,8
Обработка суспензией *P. putida* MsHpR103	10,6±1,2**	315,6±12,2*	124,8±6,5*

*Примечание. статистическое значение равно *p<0,05; ** p<0,01.*

Как видно из данных таблицы 7, применение рекомендуемой биотехнологии при выращивании нута в богарных условиях снижает поражённость культуры грибными заболеваниями с 22,7 % до 10,6 %, а урожайность повышает с 9,72 ц/га до 12,48 ц/га.

В целом, по итогам исследования сделан вывод, что *Peganum harmala* Crantz. (гармала) является новым источником для выделения эндофитных бактерий и способствует расширению разнообразия растений, служащих источниками штаммов полезных микроорганизмов, выделенные из данного растения эндофитные бактерии обладают высоким потенциалом для применения при выращивании нута в богарных условиях.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе на тему "Эндофитные бактерии *Peganum harmala* Crantz.: разнообразие, свойства и потенциал при выращивании нута в условиях богарного земледелия" представлены следующие выводы:

1. Из более чем 2000 сегментов корня, листа и стебля *Peganum harmala* Crantz. (исирик) путём повторного культивирования колоний, выросших на поверхности твёрдой питательной среды LB, в жидкой среде было отобрано всего 570 изолятов эндофитных бактерий, при их культивировании в 5

различных температурных режимах в диапазоне 24–40 °С были выделены 24 изолята, устойчивые к температуре 40 °С.

2. В ходе первичного скрининга по определению антифунгальной активности по отношению к общепринятым тест-культурам *F. oxysporum, F. solani* и *A. alternata* в общей сложности пять изолятов (MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103 и MsHpS108) проявили высокую антагонистическую активность. При вторичном скрининге в отношении патогенов нута наиболее активным изолятом оказался MsHpR103: расстояние ингибирования между ним и *F. solani* составило 30,4±1,8 мм, тогда как по отношению к *A. rabiei* и *L. taurica* данный показатель составил соответственно 23,7±1,6 мм и 28,1±1,5 мм.

3. В результате морфолого-культуральной характеристики и секвенирования нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК установлено, что изолят MsHpR102 относится к виду *Bacillus subtilis*, изолят MsHpR103 к виду *Pseudomonas putida*, изолят MsHpR108 к виду *Bacillus amyloliquefaciens*, изолят MsHpL103 к виду *Bacillus pumilus*, а изолят MsHpS108 к виду *Peribacillus frigoritolerans*.

4. Спектрофотометрический анализ бактериальных культур, выращенных в течение 72 часов на минимизированной питательной среде LB с добавлением экстракта кормовой свёклы в различных соотношениях (25 %, 50 % и 75 %), показал, что у всех штаммов с увеличением содержания экстракта кормовой свёклы в составе питательной среды наблюдалось снижение плотности, а показатели штаммов, выращенных на питательной среде в составе, которых 0,5 LB (триптон-5 г, дрожжевой экстракт-2,5 г, NaCl-5 г, агар-10 г) + 0,5 ЭКС (22,5 г), были близки к значениям контрольного варианта, в связи с этим для культивирования бактерий рекомендовано использование питательной среды в составе 0,5 LB (триптон-5 г, дрожжевой экстракт-2,5 г, NaCl-5 г, агар-10 г) + 0,5 ЭКС (22,5 г).

5. Установлено, что на оптимизированной питательной среде LB, на основе экстракта кормовой свёклы, штаммы *P. putida* MsHpR103, *B. amyloliquefaciens* MsHpR108 и *B. pumilus* MsHpS108 сохраняли способность к азотофиксации и синтезу АСК-деаминазы, штамм *P. putida* MsHpR103 в большей степени по сравнению с другими штаммами проявлял способность к синтезу ИСК (56,8±2,7 мкг/мл) и сидерофоров (7,7±0,4 мкг/мл), а штамм *B. pumilus* MsHpS108 способность к растворению фосфатов (74,2±5,0 мкг/мл).

6. Лабораторные, вегетационные и полевые опыты, проведенные на посевах нута, показали, что *P. putida* MsHpR103 обладает относительно высокой эффективностью в качестве предпосевного средства для обработки семян В результате разработана биотехнология культивирования штамма *P. putida* MsHpR103, получения бактериальной суспензии и её применения при выращивании нута, а ее практическое применение в богарных условиях снизило поражаемость культур грибковыми заболеваниями с 22,7% до 10,6%, урожайность увеличилась с 9,72 центнеров с гектара до 12,48 центнеров с гектара. Поэтому при выращивании нута в богарных условиях рекомендуется использовать штамм *P. putida* MsHpR103.

ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL UNDER THE SCIENTIFIC COUNCIL OF PhD.08/2025.27.12.B.11.02 FOR AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT THE SAMARKAND STATE UNIVERSITY OF VETERINARY MEDICINE, ANIMAL HUSBANDRY AND BIOTECHNOLOGY

TASHKENT BRANCH OF SAMARKAND STATE UNIVERSITY OF VETERINARY MEDICINE, ANIMAL HUSBANDRY AND BIOTECHNOLOGY

MUKHTOROVA SITORA ALISHEROVNA

ENDOPHYTIC BACTERIA PEGANUM HARMALA CRANTZ: DIVERSITY, CHARACTERISTICS, AND POTENTIAL IN RAINFED CHICKPEA CULTIVATION

03.00.12 – Biotechnology

DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of philosophy (PhD) of biological sciences

Samarkand – 2026

The topic of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number B2025.1.PhD/B1420

The dissertation has been performed at the Tashkent branch of the Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry, and Biotechnology.

The abstract of the dissertation is presented in three (Uzbek, Russian, English (resume)) languages on the website of the Scientific Counsil (www.ssuv.uz) and on the website of «Ziyonet» information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:	**Alikulov Begali Saydullayevich** Doctor of biological sciences (DSc), associate professor
Official opponents:	**Khujamshukurov Nortoji Abdukholikovich** Doctor of Biological Sciences, Professor
	Tashbayev Sherzodbek Abdurasulovich Doctor of Philosophy (PhD) in Biological Sciences, Associate Professor
Leading organization:	**Institute of Microbiology**

The defense of the dissertation will take place on 05.12.2026 in 10:00 at Scientific Council PhD.08/2025.27.12.B.11.02 on awarding academic degrees at the Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, (Address: 140103, Samarkand, M. Ulugbek Street, Building 77. Tel.: (99866) 234-76-86; e-mail: ssuv@edu.uz).

The dissertation can be viewed at the Information and Resource Center of the Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology (registered under number 14373) Address: 140103, Samarkand, M. Ulugbek Street, Building 77. Tel.: (99866) 234-76-86; E-mail: ssuv@edu.uz.).

Abstract of dissertation is distributed on «20» november 2026.
(The register of protocol distribution is № 3 on «20» november 2026).

Kh.T. Boymuradov
Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, DSc., professor

A.A. Nurniyozov
Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, PhD, senior researcher

X.B. Yunusov
Chairman of the academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees, D.B.Sc., professor

INTRODUCTION (Abstract of the thesis)

The aim of the research work is the isolation of endophytic bacteria from *Peganum harmala* Crantz., the selection of promising isolates based on their antifungal properties, the determination of their systematic position and the assessment of the potential for growing chickpeas under rainfed conditions.

The object of the research work is active endophytic bacteria isolated from *Peganum harmala* Crantz. and chickpeas.

Scientific novelty of the research work is as follows:

A collection of endophytic bacterial isolates isolated from the microbiota of P. harmala vegetative organs was compiled, with 24 isolates demonstrating resistance to high temperatures.

five promising isolates (MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103, and MsHpS108) were found to possess antifungal activity against the phytopathogenic fungi *Leveillula taurica*, *Ascochyta rabiei*, and *Fusarium solani*, which cause chickpea diseases.

based on morphological and cultural characteristics and molecular genetic methods, it was established that isolates MsHpR102, MsHpR103, MsHpR108, MsHpL103, and MsHpS108 belong to the species *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumilus*, and *Peribacillus frigoritolerans*, respectively.

the composition of the nutrient medium for cultivating the bacteria was localized based on the use of fodder beet. It was demonstrated that, in this nutrient medium, the bacterial strains retain the ability to fix nitrogen, synthesize indoleacetic acid and ACC deaminase, form siderophores, and dissolve phosphates. As a result of laboratory, vegetation and field experiments among endophytic bacteria isolated from *P. harmala*, the *P. putida* MsHpR103 strain was selected as promising for chickpea cultivation; its use in dryland conditions allowed for a reduction in the degree of damage by phytopathogens to 12.1% and an increase in yield to 28.4%..

Implementation of research results. Based on the obtained scientific results on the isolation of endophytic bacteria from *Peganum harmala* Crantz. (peganum harmala), the selection of promising isolates based on antagonistic properties, the determination of their systematic position, and the assessment of their potential for chickpea cultivation under rainfed conditions:

data obtained as a result of sequencing the nucleotide sequence of the 16S rRNA gene of the active strains of *Bacillus subtilis* MsHpR102, *Pseudomonas putida* MsHpR103, *Bacillus amyloliquefaciens* MsHpR108, *Bacillus pumilus* MsHpS108, and *Peribacillus frigoritolerans* MsHpL103 isolated from *Peganum harmala* have been entered into the National Center for Biotechnology Information (NCBI) database under accession numbers OR841349–OR841353 (reference from the National Center for Biotechnology Information (NCBI) database dated November 23, 2023). As a result of integration with the European Nucleotide Archive (ENA) and DNA Database of Japan (DDBJ), the obtained data on the genetic material of harmala is widely used internationally.

Information obtained from studies assessing the diversity, properties, and potential of endophytic bacteria isolated from plants has been used in international journals with a high impact factor (IF) to substantiate the mechanisms of resistance of plant endophytic bacteria to pathogens, as well as growth stimulation processes: Environmental Science and Pollution Research (2025), SJR IF 1.0, ISSN 1614-7499 (Scopus), Microbial Pathogenesis (2024), SJR IF 0.8, ISSN 1096-1208, (Scopus), and Journal of Ecological Engineering (2025), SJR IF 0.5, ISSN 2299-8993 (Scopus). As a result, the application of the scientific results achieved in this study has expanded the opportunities for domestic and foreign specialists to more deeply characterize the potential of bacteria in the cultivation of agricultural crops.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of the introduction, three chapters, conclusions, list of references and appendixes. The volume of the thesis is 108 pages.

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

I bo‘lim (часть I; part I)

1. Muxtarova S., Alikulov B. O‘simliklarning endofit bakteriyalari: muhim xususiyatlari va ahamiyati // O‘zMU xabarlari. – Toshkent, 2023. - №3/2/1. – 97-101 B. (03.00.00; № 9). https://journals.nuu.uz/index.php/actanuuz

2. Akramov I., Axanbayev 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). https://horizonepublishing.com/journals/index.php/PST/article/view/2725

3. Muxtorova S. A. *H. peganum* endofit bakteriya shtammlari suspenziyasi bilan ishlov berishning no‘xat o‘simligi ildiz hamda poya rivojlanishiga ta’siri // Oziq-ovqat xavfsizligi: Milliy va global muammolar. – Samarqand, 2024. – №2. – B. 65-69. (03.00.00: https://oak.uz/pages/4802). https://axborotnoma.uz/uz/research/2797/

4. Muxtorova S. *Harmala peganum* dan ajratib olingan endofit bakteriya shtammlari suspenziyasi bilan ishlov berishning laboratoriya sharoitida no‘xat urug‘lari unuvchanlik ko‘rsatkichlariga ta’siri // Xorazm Ma’mun akademiyasi axborotnomasi. – Urganch, 2024. – №8/1. – B. 48-53. (03.00.00; № 12). https://mamun.uz/uz/bulletin/archive/2024/8_1

5. Mukhtorova S., Alikulov B., Yuldosheva M., Maxammadieva D., Khidirova U., Kabulova F., Ismailov Z. Diversity of endophytic bacteria isolated from *Peganum harmala* distributed in arid regions in Uzbekistan // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2024. – № 15(2). – P. 286–294. ((3) Scopus)). https://medicine.dp.ua/index.php/med/article/view/990

II bo‘lim (часть II; part II)

6. Muxtarova S., Alikulov B., Qurg‘oqchil sharoitda o‘suvchi peganum harmala endofit bakteriya shtammlarining no‘xat o‘simligi o‘sish xususiyatiga ta'sir imkoniyatlari // “Biotexnologiyaning rivojlanish istiqbollari va muammolari” mavzusidagi respublika ilmiy anjumani. – Jizzax, 2025. – P. 307-310. https://doi.org/10.5281/zenodo.21842012

7. Muxtarova S. No‘xat urug‘lari unuvchanligini peganum harmala endofit bakteriyalari suspenziyalaridan foydalanish asosida oshirish biotexnologiyasi // Farmasevtika, biotexnologiya va biotibbiyotda zamonaviy adqiqotlar va ilmiy yangiliklar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. – Andijon, 2025. – P. 386–388. https://doi.org/10.5281/zenodo.21841954

8. Muxtarova S., Alikulov B., Narbayeva D. Antifungal activity of plant endophyte bacteria. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Paris. France, 2025. – P. 28-30. https://www.sconferences.com/wp-content/uploads/2025/03/Paris.France-181.pdf

9. Muxtarova S., Alikulov B. Diversity of endophytic bacteria isolated from peganum harmala. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference. Stockholm. Sweden, 2025. – P. 9-10. https://www.sconferences.com/wp-content/uploads/2025/03/Stockholm.Sweden-15.pdf

10. Muxtarova S. Tashqi muhit omillarining no‘xat o‘sishi va rivojlanishiga ta’siri hamda no‘xatning oziq ovqatdagi ahamiyati.‘‘Respublikamizda dorivor o‘simliklar yetishtirishni jadallashtirish’’ to‘g‘risidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya. Modern education and development. ISSN:3060-4567, 2024. -451-456. https://doi.org/10.5281/zenodo.21842053

Avtoreferat “Oziq-ovqat xavfsizligi: Milliy va global muammolar” jurnalida tahrirdan o‘tkazildi (13.11.2026).

Bosmaxona tasdiqnomasi:

4268

2026-yil 16-noyabrda bosishga ruxsat etildi:
Ofset bosma qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60x84$_{1/16}$.
“Times New Roman” garniturasi. Ofset bosma usuli.
Hisob-nashriyot t.: 2,8. Shartli b.t. 2,1.
Adadi 100 nusxa. Buyurtma №16/11.

SamDChTI nashr-matbaa markazida chop etildi.
Manzil: 140117, Samarqand sh., Gagarin ko‘chasi, 43.