ACUMEN: INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH
ISSN: 3060-4745 IF(Impact Factor)10.71 / 2025 Volume 3, Issue 11

QISHLOQ XO‘JALIGI BIOTEXNOLOGIYASIDA O‘SIMLIKLAR O‘SISHINI RAG‘BATLANTIRUVCHI FOYDALI MIKROORGANIZMLAR: TA’SIR MEXANIZMLARI VA SHO‘RLANGAN TUPROQLARDA QO‘LLASH ISTIQBOLLARI

Mualliflar: Murodova Dildora Yulchi qizi
JIZPI Sanoat texnologiya fakulteti 2-kurs talabasi
E-mail: dildora0225@icloud.com
Tel: +998918875183
Alimova Sevinch Valijon qizi
JIZPI Sanoat texnologiya fakulteti 2-kurs talabasi
E-mail: sevinch.alimova2007@icloud.com
Ilmiy rahbar: Shamsidinova Oyqiz
Jizzax Politexnika instituti QXOOTT kafedrasi assistenti
Email:oyqiz.02004@icloud.com
Tel :+998910271811

Annotatsiya: Qishloq xo‘jaligida tuproq sho‘rlanishi, suv tanqisligi va agroximikatlardan foydalanish bilan bog‘liq ekologik muammolar ekinlar hosildorligini barqaror saqlash uchun biologik yondashuvlarni izlashni kuchaytirmoqda. O‘simliklar bilan o‘zaro foydali munosabatga kirishadigan rizobakteriyalar, arbuskulyar mikoriza zamburug‘lari va Trichoderma turkumiga mansub zamburug‘lar oziq elementlarining o‘zlashtirilishini yaxshilash, ildiz rivojlanishini rag‘batlantirish hamda ayrim stress omillarining salbiy ta’sirini kamaytirish imkoniyatiga ega. Ushbu sharh maqolada mazkur mikroorganizmlarning asosiy guruhlari, azot fiksatsiyasi, fosfatlarni eruvchanlashtirish, sideroforlar va fitogormonlar sintezi, ACC-dezaminaza faolligi hamda biologik nazorat mexanizmlari tahlil qilinadi. O‘zbekiston sharoitiga oid ma’lumotlar, jumladan sho‘rlangan tuproqlarda tuzga chidamli bakteriyalarni qo‘llash, Pseudomonas extremorientalis TSAU20, Pseudomonas chlororaphis HAST17 va Zamin-M biopreparati bo‘yicha e’lon qilingan natijalar ko‘rib chiqiladi. Mavjud dalillar foydali mikroorganizmlarning istiqboli borligini ko‘rsatsa-da, ularning samarasi shtamm, ekin turi, tuproq xususiyatlari, iqlim va agrotexnik sharoitlarga bog‘liq. Shu sababli laboratoriya natijalarini ishlab chiqarish amaliyotiga ko‘chirishdan oldin ko‘p joyli, takrorli va ko‘p yillik dala tajribalari o‘tkazilishi zarur.

Kalit so‘zlar: PGPR, o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantiruvchi mikroorganizmlar, bioinokulyant, mikoriza, Trichoderma, tuproq sho‘rlanishi, biologik nazorat, barqaror dehqonchilik.

1. Kirish Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida hosildorlikni oshirish ko‘pincha mineral o‘g‘itlar, pestitsidlar, sug‘orish va intensiv agrotexnik tadbirlardan foydalanish bilan ta’minlanadi. Ushbu vositalar me’yorida va ilmiy asosda qo‘llanganda muhim ahamiyatga ega. Biroq ularni ortiqcha yoki noto‘g‘ri ishlatish tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlari, biologik faolligi, suv resurslari va atrof-muhit sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli mineral oziqlantirish va o‘simliklarni himoya qilish tizimlarini biologik usullar bilan to‘ldirish barqaror dehqonchilikning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1, 2].O‘zbekiston qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil iqlim mintaqasida joylashgani sababli tuproq sho‘rlanishi qishloq xo‘jaligi uchun dolzarb muammolardan biridir. FAOning 2023-yil 5-dekabrda e’lon qilingan ma’lumotida mamlakat tuproqlarining yarmidan ko‘pi tuz ta’siriga uchragani qayd etilgan [8]. Sho‘rlanish tuproq eritmasining osmotik bosimini oshiradi, natriy va xlor kabi ionlarning ortiqcha to‘planishiga olib kelishi, o‘simliklarda suv o‘zlashtirilishi va ion muvozanatini buzishi mumkin [3].

Tuzga chidamli, o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi mikroorganizmlar sho‘rlanish sharoitida ekinlarning rivojlanishini qo‘llab-quvvatlash uchun istiqbolli biologik vosita sifatida o‘rganilmoqda. Ular o‘simlik ildizi atrofida yoki to‘qimalarida yashab, oziq elementlarining aylanishi, fitogormonlar muvozanati, ildiz arxitekturasi va himoya javoblariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin [3, 4]. Ushbu maqolaning maqsadi o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantiruvchi foydali mikroorganizmlarning asosiy guruhlari va ta’sir mexanizmlarini umumlashtirish, sho‘rlanish sharoitidagi ilmiy dalillarni tahlil qilish hamda O‘zbekiston uchun amaliy istiqbollar va tadqiqot cheklovlarini baholashdan iborat.

2. Adabiyotlarni izlash va tanlash yondashuvi

Maqola narrativ sharh shaklida tayyorlandi. Ma’lumotlarni tanlashda ilmiy jurnallarning rasmiy sahifalari, PubMed, nashriyot platformalari, FAO va O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining ochiq ma’lumotlaridan foydalanildi. Asosiy qidiruv tushunchalari sifatida “plant growth-promoting rhizobacteria”, “PGPR”, “salt-tolerant bacteria”, “soil salinity”, “microbial inoculants”, “mycorrhiza”, “Trichoderma” va ularning o‘zbekcha mazmuniga mos atamalar qo‘llandi. Sharh maqolalar bilan bir qatorda muayyan shtamm, ekin yoki sho‘rlanish sharoitini

o‘rgangan original tadqiqotlarga ustuvorlik berildi.Bu ish tizimli sharh yoki meta-tahlil emas. Unda barcha mavjud maqolalarni to‘liq qamrab olish, statistik birlashtirish yoki PRISMA mezonlari bo‘yicha tanlash da’vo qilinmaydi. Ayrim mahalliy natijalar ilmiy maqola emas, balki rasmiy dissertatsiya e’loni yoki konferensiya materiali asosida yoritilgan hollarda, ularning daliliy maqomi matnda alohida ko‘rsatildi.

3. O‘simliklar o‘sishini rag‘batlantiruvchi mikroorganizmlarning asosiy guruhlari

3.1. Rizobakteriyalar (PGPR)

PGPR — o‘simlik ildizi yuzasini kolonizatsiya qiladigan yoki ildiz atrofidagi rizosferada yashab, o‘simlik o‘sishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan bakteriyalardir. Bu xususiyat bitta bakteriya turiga xos emas: Bacillus, Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Rhizobium, Bradyrhizobium va boshqa turkumlarning ayrim shtammlarida o‘sishni rag‘batlantiruvchi belgilar aniqlangan [1, 2]. Biroq bir turkumga mansub barcha shtammlar bir xil biologik xususiyatga ega deb bo‘lmaydi. Azot fiksatsiyasi bo‘yicha mikroorganizmlarni funksional jihatdan farqlash lozim. Rhizobium va Bradyrhizobium kabi bakteriyalar dukkakli o‘simliklar bilan simbioz hosil qilib, ildiz tugunaklarida atmosferadagi molekulyar azotni biologik o‘zlashtiriladigan shakllarga aylantiradi. Azotobacter erkin yashovchi azot fiksatsiyalovchi bakteriyalarga kiradi. Azospirillum esa ko‘pincha o‘simlik ildizi bilan assotsiativ munosabatda bo‘ladi; uning o‘simlikka ta’siri faqat azot fiksatsiyasi bilan cheklanmay, fitogormonlar va ildiz rivojlanishiga ta’sirni ham o‘z ichiga oladi [1, 2].

3.2. Fosfatni eruvchanlashtiruvchi bakteriyalar

Tuproqda fosfor mavjud bo‘lsa ham, uning bir qismi o‘simliklar bevosita o‘zlashtira olmaydigan mineral yoki organik shakllarda bo‘ladi. Ayrim Bacillus, Pseudomonas va boshqa rizosfera bakteriyalari organik kislotalar ajratish, pH ni mahalliy o‘zgartirish, fosfataza kabi fermentlar faolligi orqali fosforning o‘simlik uchun mavjudligini oshirishi mumkin [1, 2]. Biroq laboratoriyada fosfatni eritish qobiliyati dalada hosildorlikni albatta oshiradi degani emas. Tuproqning pH darajasi, karbonatlar, temir va alyuminiy birikmalari, namlik hamda mahalliy mikrobiota natijaga ta’sir ko‘rsatadi [4].

3.3. Arbuskulyar mikoriza zamburug‘lari

Arbuskulyar mikoriza — o‘simlik ildizi va mikoriza zamburug‘i o‘rtasidagi simbiotik munosabatdir. Zamburug‘ gifalari ildizning bevosita o‘zlashtirish zonasidan tashqariga

tarqalib, ayniqsa tuproqda kam harakatchan bo‘lgan fosforning ildizga yetib kelishiga yordam beradi. O‘simlik esa zamburug‘ga fotosintez mahsulotlaridan uglerod beradi [11]. Mikoriza ta’siri o‘simlik turi, zamburug‘ turi, tuproqdagi fosfor miqdori va ekologik sharoitga bog‘liq; shu sababli barcha ekinlarda bir xil hosildorlik ortishini kutish mumkin emas.

3.4. Trichoderma turkumiga mansub zamburug‘lar

Trichoderma turlari tuproq va ildiz muhitida uchraydigan erkin yashovchi zamburug‘lardir. Ayrim shtammlar boshqa fitopatogen zamburug‘lar bilan raqobatlashishi, ularni parazitlashi, antimikrob metabolitlar va hujayra devorini parchalovchi fermentlar hosil qilishi mumkin. Shuningdek, ayrim Trichoderma shtammlari ildiz yuzasini kolonizatsiya qilib, o‘simlikning mahalliy yoki tizimli himoya javoblarini faollashtiradi [12]. Bu xususiyatlar shtammga xos bo‘lib, barcha Trichoderma izolyatlariga bir xil tatbiq etilmaydi.

4. Foydali mikroorganizmlarning ta’sir mexanizmlari

4.1. Oziq elementlarining o‘zlashtirilishini yaxshilash

PGPR ning bevosita ta’sir mexanizmlaridan biri azot va fosforning o‘simlik uchun mavjudligini oshirishdir. Simbiotik va ayrim assotsiativ bakteriyalar azot fiksatsiyasida qatnashadi. Fosfatni eruvchanlashtiruvchi mikroorganizmlar esa organik kislotalar va fermentlar yordamida ayrim fosfor birikmalarining o‘simlikka qulay shaklga o‘tishiga ko‘maklashadi [1, 2]. Bunday jarayonlar mineral o‘g‘itlarga ehtiyojni ayrim sharoitlarda kamaytirishi mumkin, biroq bioinokulyantlar mineral oziqlantirishni har doim to‘liq almashtiradi degan xulosa ilmiy jihatdan asoslanmagan.

4.2. Sideroforlar va temirning biologik mavjudligi

Temir tuproqda ko‘pincha kam eruvchan Fe(III) shaklida uchraydi. Ayrim bakteriyalar siderofor deb ataladigan, temir ionlarini yuqori affinitet bilan bog‘laydigan kichik molekulalarni ishlab chiqaradi. Sideroforlar mikroorganizmlarning temirni o‘zlashtirishiga yordam beradi va ayrim sharoitlarda patogen mikroorganizmlar uchun mavjud temirni cheklashi mumkin [1, 2]. O‘simliklar temirni o‘zlashtirishda turli strategiyalardan foydalanadi: ko‘pchilik ikki urug‘pallali o‘simliklar ildiz yuzasida Fe(III) ni Fe(II) ga qaytarib oladi, boshoqli o‘simliklar esa fitosideroforlar yordamida Fe(III) komplekslarini o‘zlashtirishi mumkin. Shuning uchun barcha o‘simliklar temirni faqat Fe(II) shaklida oladi, deb umumlashtirish to‘g‘ri emas.

4.3. Fitogormonlar va ildiz rivojlanishi

Ayrim PGPR shtammlari indol-3-sirka kislotasi (IAA) kabi auksinlarni, shuningdek sitokinin va gibberellinlarga o‘xshash biologik faol moddalarni sintez qilishi yoki o‘simlikdagi gormonal muvozanatga ta’sir ko‘rsatishi mumkin [1, 4]. IAA ning maqbul miqdori yon ildizlar va ildiz tukchalari rivojlanishini rag‘batlantirishi mumkin. Biroq gormonning ta’siri konsentratsiya, o‘simlik turi va rivojlanish bosqichiga bog‘liq; yuqori konsentratsiya ayrim hollarda ildiz o‘sishini susaytirishi mumkin. Shu bois bakteriyaning laboratoriyada IAA ishlab chiqarishi uning dalada albatta ijobiy natija berishini kafolatlamaydi [4].

4.4. ACC-dezaminaza va stress etileni

Sho‘rlanish, qurg‘oqchilik va boshqa stresslar o‘simlikda etilen biosintezini kuchaytirishi mumkin. Ayrim PGPR shtammlarida mavjud ACC-dezaminaza fermenti etilenning bevosita o‘zini emas, balki uning biosintezidagi oraliq modda –

1-aminotsiklopropan-1-karboksilatni (ACC) parchalaydi. Natijada stress bilan bog‘liq etilen to‘planishi kamayishi va o‘simlik o‘sishiga salbiy ta’sir yumshashi mumkin [1, 3, 4].

4.5. Biologik nazorat va o‘simlik himoyasini faollashtirish

Ayrim Bacillus va Pseudomonas shtammlari antimikrob metabolitlar, sideroforlar yoki fermentlar ishlab chiqarishi, ildiz yuzasidagi joy va oziq moddalar uchun patogenlar bilan raqobatlashishi mumkin [1, 2]. Trichoderma shtammlari esa mikoparazitizm, raqobat va o‘simlik himoya javoblarini faollashtirish orqali ayrim tuproq patogenlariga qarshi ta’sir ko‘rsatadi [12]. Rizobakteriyalar tomonidan induksiyalangan tizimli qarshilik (ISR) faollashganda, o‘simlik patogen hujumiga tezroq javob berishga tayyor holatga kelishi mumkin. Bu jarayon ko‘pincha jasmonat va etilen signal yo‘llari bilan bog‘liq, biroq mexanizm mikroorganizm va o‘simlik tizimiga qarab farqlanadi [1, 4].

Mexanizm	Asosiy biologik jarayon	Misol sifatid o‘rganilgan guruhlar
Azot fiksatsiyasi	Atmosferadagi N_2 biologik o‘zlashtiriladiga azot birikmalarig aylantirish	Rhizobium, Bradyrhizobium, Azotobacter, ayri Azospirillum

Fosfatni eruvchanlashtirish	Organik kislotalar v fermentlar orqali fosf mavjudligini oshirish	Bacillus, Pseudomonas v boshqa rizobakteriyalar
Siderofor ishlab chiqarish	Temirni bog‘lash v mikroblar o‘rtasida temir raqobatiga ta’s ko‘rsatish	Pseudomonas va ayri Bacillus shtammlari
Fitogormonlar	IAA va boshqa gormon signallar orqali ildiz v novda rivojlanishiga ta’s qilish	Azospirillum, Bacillu Pseudomonas
ACC-dezaminaza	ACC ni parchalab, stres bilan bog‘liq etile miqdorini kamaytirishg ko‘maklashish	Ayrim PGPR shtammlari
Biologik nazorat	Antimikrob metabolitla fermentlar, raqobat v himoya javoblari faollashtirish	Bacillus, Pseudomona Trichoderma

5. Sho‘rlanish sharoitida mikroorganizmlarning ahamiyati

Sho‘rlangan tuproqda erigan tuzlar konsentratsiyasining ortishi o‘simlik uchun suvning o‘zlashtirilishini qiyinlashtiradi. Bundan tashqari, natriy va xlor ionlarining ortiqcha to‘planishi ion muvozanatini buzishi, fotosintez va fermentativ jarayonlarga ta’sir qilishi mumkin. Tuz stressi ko‘pincha reaktiv kislorod shakllari hosil bo‘lishining ortishi bilan ham kechadi [3]. Tuzga chidamli PGPR o‘simlikning sho‘rlanishga javobini bir necha yo‘l bilan yumshatishi mumkin: ildiz o‘sishini rag‘batlantirish, oziq elementlari o‘zlashtirilishini yaxshilash, ACC-dezaminaza orqali stress etilenini tartibga solish, antioksidant tizim faolligiga ta’sir ko‘rsatish va ayrim hollarda ion muvozanatini saqlashga ko‘maklashish [3, 4]. Biroq ushbu mexanizmlarning barchasi har bir shtammda mavjud emas.

Egamberdieva va hammualliflarining sharhida sho‘rlangan tuproqlardan ajratilgan turli bakteriyalar va ularning ekinlar o‘sishiga ta’siri umumlashtirilgan. Mualliflar Bacillus, Pseudomonas va boshqa turkumlarning ayrim tuzga chidamli shtammlari turli ekinlarda ijobiy natija ko‘rsatganini, ammo samaradorlikning shtamm va muhitga bog‘liqligini ta’kidlaydi [3]. Pseudomonas putida KT2440 bo‘yicha original tadqiqotda

bakteriya NaCl mavjud sharoitda yashay olishi va soya hamda makkajo‘xori urug‘larining unishi, ildiz va poya uzunligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi qayd etilgan. Sho‘rlanmagan sharoitda ta’sir nisbatan kichik bo‘lgan. Tadqiqotda eptA geni bakteriyaning tuzga chidamliligi va rizosferadagi raqobatbardoshligi bilan bog‘liqligi ham o‘rganilgan [5].

Mikroorganizmlar sho‘rlanishni mustaqil ravishda bartaraf etmaydi. Ular drenaj, sug‘orish suvining sifati, sho‘r yuvish, zarur hollarda kimyoviy meliorantlardan foydalanish va tuzga chidamli ekin navlarini tanlash kabi agrotexnik tadbirlarni to‘ldiruvchi vosita sifatida qaralishi kerak [3, 4].

6. O‘zbekiston sharoitida olib borilgan tadqiqotlar va amaliy misollar

6.1. Pseudomonas extremorientalis TSAU20 shtammi

Egamberdieva va hammualliflari 2017-yilda chop etilgan tadqiqotida pomidor ildizi bilan bog‘liq bakteriyalarning sho‘rlanish sharoitidagi o‘sishni rag‘batlantirish va biologik nazorat xususiyatlarini baholagan. Besh shtamm ichidan Pseudomonas chlororaphis TSAU13 va Pseudomonas extremorientalis TSAU20 o‘simlik o‘sishini rag‘batlantirish hamda Fusarium solani bilan bog‘liq ildiz va poya asosining chirishiga qarshi biologik nazorat xususiyatlarini namoyon qilgan. P. extremorientalis TSAU20 bilan ishlov berilgan pomidorlarda o‘simlik bo‘yi va meva hosili yaxshilanishi, antioksidant fermentlar faolligi va prolin miqdorida o‘zgarishlar kuzatilgan [6].

Mazkur tadqiqot O‘zbekiston ilmiy maktablari bilan bog‘liq bo‘lib, mahalliy sharoitdan ajratilgan bakterial shtammlarni sho‘rlanish fonida o‘rganishning amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tajriba natijalarini boshqa ekinlar yoki barcha tuproq turlariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tatbiq etish mumkin emas; natija pomidor, sinovdan o‘tgan shtammlar va tadqiqot sharoitlari bilan cheklangan [6].

6.2. Pseudomonas chlororaphis HAST17 shtammi

Alikulov va hammualliflarining 2026-yilda SABRAO Journal of Breeding and Genetics jurnalida chop etilgan tadqiqoti Halocnemum strobilaceum o‘simligining vegetativ organlaridan ajratilgan endofit bakteriyalarni sho‘rlanish sharoitida paxta o‘sishiga ta’siri bo‘yicha baholagan. Tadqiqotda beshta bakterial shtamm, jumladan Pseudomonas chlororaphis HAST17 o‘rganilgan. Jurnalning rasmiy sahifasidagi annotatsiyada HAST17 paxtaning unishi, ildiz va poya rivojlanishi hamda chigitli paxta hosili ko‘rsatkichlarini sho‘rlangan muhitda rag‘batlantirgani qayd etilgan [7]. Ushbu ish mahalliy sho‘rga chidamli o‘simliklardan foydali endofit bakteriyalarni

ajratish va ularni paxtachilikda qo‘llash imkoniyatini ko‘rsatadi. Biroq maqoladagi aniq foizli ko‘rsatkichlar faqat original maqolaning tegishli jadval va tajriba tavsiflari bilan birga keltirilishi kerak. Shu sababli ushbu sharhda rasmiy jurnal annotatsiyasida tasdiqlangan sifat tavsifi bilan cheklanildi [7].

6.3. Zamin-M biopreparati

O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining ochiq e’lonida M. Q. Xo‘janazarovaning sho‘rlangan tuproqlar unumdorligini oshiruvchi Zamin-M biopreparatini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishga bag‘ishlangan PhD dissertatsiyasi haqida ma’lumot berilgan. E’londa preparat tarkibida Pseudomonas stutzeri SKB 308, Bacillus megaterium SKB 310 va Bacillus subtilis SKB 309 shtammlari mavjudligi ko‘rsatilgan [9]. OAK e’lonida Zamin-M ning Gipan flokulyanti bilan immobillangan quruq shakli, shtammlarning funksional xususiyatlari va paxtachilik amaliyotiga joriy etilishi haqida ma’lumot beriladi. Shuningdek, Sirdaryo viloyatidagi xo‘jalikda qo‘llash natijalari qayd etilgan. Biroq bu ma’lumotlar dissertatsiya himoyasi e’loni va unda keltirilgan joriy etish ma’lumotlariga asoslanadi; ularni mustaqil, ko‘p markazli, taqrizdan o‘tgan dala tajribasi bilan tenglashtirish mumkin emas [9].

6.4. Xalqaro ekin tajribalaridan misollar

Abd El-Mageed va hammualliflari 2022-yilda Rice jurnalida chop etilgan tadqiqotida PGPR bilan ishlov berishning sholi o‘sishi, fiziologik ko‘rsatkichlari, suv unumdorligi va hosiliga ta’sirini to‘liq hamda cheklangan tomchilatib sug‘orish sharoitida o‘rgangan [10]. Ushbu ish biologik inokulyantlarning suv ta’minoti sharoitlari bilan o‘zaro ta’sirini baholash muhimligini ko‘rsatadi. Biroq bu tadqiqotning natijalarini O‘zbekistonning barcha sho‘rlangan tuproqlariga umumlashtirish mumkin emas.

Tadqiqot mikroorganizm	Ekin va sharoit	Asosiy xulosa	Dalil turi
P. putida KT244 [5]	Soya v makkajo‘xori; sho‘rlanish sharoi	Urug‘ unis hamda ildiz v poya uzunligig ijobiy ta’sir qay etilgan	Original ilmi maqola
P. extremoriental TSAU20 [6]	Pomidor; sho‘rlangan v	O‘sishni rag‘batlantirish v Fusarium bila	Original ilmi maqola

	sho‘rlanmagan tuproq	bog‘liq ild kasalligini biologi nazorat qilis xususiyati kuzatilgan	
P. chlororaph HAST17 [7]	Paxta; sho‘rlanga muhit	Rasmiy jurn annotatsiyasida unish, ildiz-poy rivoji va hos belgilariga ijobi ta’sir qayd etilgan	Original ilmi maqola
Zamin-M [9]	Paxta; sho‘rlanga tuproq	Uch shtamm preparat tarkibi v ishlab chiqarishg joriy etilishi OA e’lonida ko‘rsatilgan	Dissertatsiya himoyasi e’loni v joriy etis ma’lumoti

7. Ekologik barqaror dehqonchilikdagi istiqbollar

Foydali mikroorganizmlardan foydalanish tuproqdagi biologik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlash, ayrim oziq elementlarining o‘zlashtirilishini yaxshilash va o‘simliklarning stressga javobini yumshatish imkonini beradi. Ular mineral o‘g‘itlar va pestitsidlar bilan uyg‘unlashtirilgan integratsiyalashgan tizimlarda qo‘llanishi mumkin [1, 2, 4]. Biroq mikrobiologik preparatning o‘zi agroekotizimni avtomatik ravishda ekologik barqaror holatga keltirmaydi; natija mahsulot sifati, qo‘llash me’yori, tuproq sharoiti va agrotexnik boshqaruvga bog‘liq. O‘zbekiston uchun mahalliy tuproq va o‘simliklardan ajratilgan shtammlarni o‘rganish alohida ahamiyatga ega. Mahalliy shtammlar muayyan ekologik sharoitga moslashgan bo‘lishi mumkin, ammo ularning samaradorligi faqat kelib chiqish joyiga qarab kafolatlanmaydi. Har bir shtammning xavfsizligi, barqarorligi, saqlash muddati, boshqa mikroorganizmlar bilan mosligi va ekin navlariga ta’siri alohida tekshirilishi kerak [3, 4, 7, 9].

Orolbo‘yi hududlarida mikroorganizmlar asosidagi yondashuvlar tuproqni biologik tiklash va o‘simliklarning ekstremal sharoitga moslashishini qo‘llab-quvvatlash uchun istiqbolli yo‘nalish bo‘lishi mumkin. Biroq bu hududlarda qo‘llanadigan har qanday

preparat bo‘yicha tuproqning sho‘rlanish darajasi, suv rejimi, o‘simlik qoplami va ekologik xavfsizlik ko‘rsatkichlari hisobga olinishi lozim.

8. Cheklovlar va kelgusidagi tadqiqot yo‘nalishlari

PGPR va boshqa foydali mikroorganizmlar bo‘yicha asosiy muammolardan biri laboratoriya yoki issiqxona sharoitida kuzatilgan samarani dalada takrorlash qiyinligidir. Dalada harorat, namlik, sho‘rlanish, tuproq pH darajasi, o‘simlik navi va mahalliy mikrobiota birgalikda ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli bitta stress omili nazorat qilingan tajribalar haqiqiy ishlab chiqarish sharoitini to‘liq ifodalamaydi [3, 4]. Ikkinchi muammo - shtammga xoslik. Bir turga mansub ikki shtamm turli darajada tuzga chidamli bo‘lishi, turli metabolitlar ishlab chiqarishi yoki muayyan ekinda qarama-qarshi natija ko‘rsatishi mumkin. Shuning uchun preparatlarni faqat tur nomi asosida emas, aniq shtamm identifikatsiyasi va funksional xususiyatlari asosida baholash zarur [4, 5]. Uchinchi muammo - tajriba dizayni va natijalarni taqdim etish sifati. Dala sinovlarida nazorat variantlari, biologik takrorlar, uchastka o‘lchami, tuproqning boshlang‘ich sho‘rlanish ko‘rsatkichlari, statistik tahlil va hosilni hisoblash usuli aniq berilishi kerak. Ishlab chiquvchi tashkilot taqdimotida keltirilgan natijalar foydali dastlabki ma’lumot bo‘lishi mumkin, ammo mustaqil taqrizdan o‘tgan dala tadqiqotlari o‘rnini bosa olmaydi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda quyidagi yo‘nalishlarga e’tibor qaratish maqsadga muvofiq: (1) O‘zbekistonning turli sho‘rlanish zonalaridan mahalliy bakteriya va zamburug‘ shtammlarini ajratish va molekulyar identifikatsiya qilish; (2) shtammlarning tuzga chidamliligi, oziq elementlarini o‘zlashtirishga ta’siri va o‘simlik bilan mosligini baholash; (3) aralash inokulyantlarning o‘zaro mosligini tekshirish; (4) kamida bir necha vegetatsiya davrini qamrab oluvchi, takrorli va ko‘p joyli dala tajribalarini o‘tkazish; (5) mikrobiologik preparatlarning ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligini baholash [3, 4].

9. Xulosa

Ilmiy adabiyotlar tahlili o‘simliklar bilan bog‘liq foydali mikroorganizmlar qishloq xo‘jaligida oziq elementlarining o‘zlashtirilishini yaxshilash, ildiz rivojlanishini rag‘batlantirish, ayrim fitopatogenlarni cheklash va sho‘rlanish kabi abiotik stresslarning salbiy ta’sirini yumshatish imkoniyatiga ega ekanini ko‘rsatadi. PGPR bakteriyalari azot fiksatsiyasi, fosfatni eruvchanlashtirish, siderofor va fitogormonlar sintezi hamda ACC-dezaminaza faolligi orqali ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Arbuskulyar mikoriza zamburug‘lari oziq elementlari, ayniqsa fosforning o‘zlashtirilishida ishtirok

etadi; Trichoderma shtammlari esa ayrim patogenlarga qarshi biologik nazorat va o‘simlik himoya javoblarini faollashtirishda qo‘llanishi mumkin. O‘zbekiston sharoitida Pseudomonas extremorientalis TSAU20, Pseudomonas chlororaphis HAST17 va Zamin-M preparati bo‘yicha e’lon qilingan ma’lumotlar mahalliy mikroorganizmlarni sho‘rlangan tuproqlarda qo‘llash yo‘nalishining ilmiy va amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, mavjud natijalar turli tajriba sharoitlari va dalil darajasiga ega. Shu sababli ayrim shtammlarning laboratoriya yoki alohida dala tajribasidagi samaradorligini barcha ekin va tuproqlarga umumlashtirish mumkin emas.

Foydali mikroorganizmlardan samarali foydalanish uchun mahalliy shtammlarni aniq identifikatsiya qilish, preparat tarkibi va sifatini standartlashtirish, ekin va tuproq sharoitiga mos qo‘llash texnologiyasini ishlab chiqish hamda mustaqil, ko‘p yillik dala sinovlarini o‘tkazish zarur. Biologik preparatlar melioratsiya va oqilona agrotexnik tadbirlarni almashtiruvchi emas, balki ularni to‘ldiruvchi vosita sifatida qaralishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wijeysingha S., Walpola B.C., Kang Y.-G., Yoon M.-H., Oh T.-K. Practical significance of plant growth-promoting rhizobacteria in sustainable agriculture: a review. Korean Journal of Agricultural Science. 2023;50(4):759–771. https://doi.org/10.7744/kjoas.500414.

2. Timofeeva A.M., Galyamova M.R., Sedykh S.E. Plant Growth-Promoting Soil Bacteria: Nitrogen Fixation, Phosphate Solubilization, Siderophore Production, and Other Biological Activities. Plants. 2023;12(24):4074. https://doi.org/10.3390/plants12244074.

3. Egamberdieva D., Wirth S., Bellingrath-Kimura S.D., Mishra J., Arora N.K. Salt-Tolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Enhancing Crop Productivity of Saline Soils. Frontiers in Microbiology. 2019;10:2791. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02791.

4. Qi P., Liang H., Zhao L., Khoso M.A., Wagan S., Zhang J., et al. Plant growth-promoting rhizobacteria: dual roles in enhancing nutrition and mitigating climate-related abiotic stresses. Frontiers in Microbiology. 2026;17:1800561. https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1800561.

5. Costa-Gutierrez S.B., Lami M.J., Caram-Di Santo M.C., Zenoff A.M., Vincent P.A., Molina-Henares M.A., et al. Plant growth promotion by Pseudomonas putida KT2440 under saline stress: role of eptA. Applied Microbiology and Biotechnology. 2020;104(10):4577–4592. https://doi.org/10.1007/s00253-020-10516-z.

6. Egamberdieva D., Davranov K., Wirth S., Hashem A., Abd_Allah E.F. Impact of soil salinity on the plant-growth-promoting and biological control abilities of root associated bacteria. Saudi Journal of Biological Sciences. 2017;24(7):1601–1608. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.07.004.

7. Alikulov B.S., Yuldosheva M., Xudoyberdiyeva R., Boymurodov K., Mamatova M., Maxammadieva D. Pseudomonas chlororaphis HAST17 bacteria obtained from Halocnemum strobilaceum's role as growth stimulant in cotton under salinity stress conditions. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 2026;58(3):1237–1247. https://doi.org/10.54910/sabrao2026.58.3.27.

8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Digging deeper into the arid terrain of the world's largest landlocked country: How Uzbekistan's farmers are overcoming soil salinity and water shortages. 5 December 2023. https://www.fao.org/newsroom/story/digging-deeper-into-the-arid-terrain-of-the-world-s-largest-landlocked-country/en.

9. O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi. Xo'janazarova M.Q. "Sho'rlangan tuproqlar unumdorligini oshiruvchi «Zamin-M» biopreparatini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish" mavzusidagi PhD dissertatsiyasi himoyasi haqidagi e'lon. OAK rasmiy veb-sayti. https://oak.uz/pages/10687

10. Abd El-Mageed T.A., Abd El-Mageed S.A., El-Saadony M.T., Abdelaziz S., Abdou N.M. Plant growth-promoting rhizobacteria improve growth, morpho-physiological responses, water productivity, and yield of rice plants under full and deficit drip irrigation. Rice. 2022;15:16. https://doi.org/10.1186/s12284-022-00564-6.

11. Smith S.E., Smith F.A. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms from Cellular to Ecosystem Scales. Annual Review of Plant Biology. 2011;62:227–250. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103846.

12. Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology. 2004;2(1):43–56. https://doi.org/10.1038/nrmicro797.