https://doi.org/10.5281/zenodo.22841723
UDK: 579.64:631.53.01:635.64

HIPPOPHAE RHAMNOIDES RIZOSFERASIDAN AJRATILGAN PSEUDOMONAS KOREENSIS VA PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS SHTAMMLARINING POMIDOR (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) URUG‘LARINING UNUVCHANLIGI HAMDA O‘SISH KO‘RSATKICHLARIGA TA’SIRI

Tayanch doktorant
Mamirova Odina Abdulxamidxon qizi
e-mail: odinaxonmamirova135@gmail.com
tel: +998903094418
b.f.n. dotsent **Artikova Ra‘no Mamurxanovna**
Toshkent davlat agrar universiteti

Annotatsiya. *Mazkur maqolada turli ekologik sharoitlarda Chakanda-(Hippophae rhamnoides.L) o‘simligi rizobakteriyalarining pomidor (Solanum lycopersicum L.) urug‘lariga ta’siri o‘rganildi. Tadqiqot davomida Hippophae rhamnoides L. (chakanda) rizosferasidan rizobakteriyalar ajratildi hamda MALDI-TOF MS usuli yordamida identifikatsiya qilindi. Identifikatsiya natijasiga ko‘ra Pseudomonas koreensis va Pseudomonas chlororaphis shtammlari aniqlandi va pomidor (Solanum lycopersicum) urug‘larining unishi va boshlang‘ich o‘sish ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganildi. Laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan tajribalar natijasida, ushbu shtammlar bilan ishlov berilgan urug‘larning unish energiyasi nazoratga nisbatan 20-30 foizga ortishi aniqlandi. Olingan natijalar P. koreensis va P. chlororaphis shtammlarining o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi (PGPR) xususiyatlarini tasdiqlaydi va ulardan qishloq xo‘jaligida istiqbolli biostimulyatorlar sifatida foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘z. *Hippophae rhamnoides, Pseudomonas, MALDI-TOF MS, pomidor, unuvchanlik, PGPR shtammlar, in-vitro.*

Аннотация. *В данной статье изучено влияние ризобактерий растения облепихи (Hippophae rhamnoides L.), произрастающего в различных экологических условиях, на семена томата (Solanum lycopersicum L.). В ходе исследования ризобактерии были выделены из ризосферы Hippophae rhamnoides L. (облепихи) и идентифицированы с использованием метода MALDI-TOF MS. По результатам идентификации были выявлены штаммы Pseudomonas koreensis и Pseudomonas chlororaphis, после чего было изучено их влияние на всхожесть семян и начальные показатели роста томата (Solanum lycopersicum L.). В результате лабораторных экспериментов установлено, что энергия прорастания семян, обработанных данными штаммами, увеличилась на 20–30 % по сравнению с контролем. Полученные результаты подтверждают ростостимулирующие свойства штаммов P. koreensis и P. chlororaphis как представителей PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) и демонстрируют перспективность их использования в качестве биостимуляторов в сельском хозяйстве.*

Ключевое слово. *Hippophae rhamnoides, Pseudomonas, maldi-TOF MS, помидоры, всхожесть, штаммы pgpr, in vitro.*

Abstract. *This article investigated the effect of rhizobacteria isolated from sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) growing under different ecological conditions on tomato (Solanum lycopersicum L.) seeds. During the study, rhizobacteria were isolated from the rhizosphere of Hippophae rhamnoides L. (sea buckthorn) and identified using the MALDI-TOF MS method. Based on the identification results, the strains Pseudomonas koreensis and Pseudomonas chlororaphis were identified, and their effects on tomato (Solanum lycopersicum L.) seed germination and initial growth parameters were subsequently investigated. Laboratory experiments demonstrated that the germination energy of seeds treated with these strains increased by 20–30% compared with the control. The obtained results confirm the plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) properties of P. koreensis and P. chlororaphis strains and demonstrate their potential for use as promising biostimulants in agriculture.*

Keywords. *Hippophae rhamnoides, Pseudomonas, MALDI-TOF MS, tomato, mucilage, PGPR strains, in-vitro.*

KIRISH

Global iqlim o‘zgarishi abiotik stresslarning o‘simliklarga ta’sirini kuchaytirmoqda. Sabzavotlar vitaminlar, minerallar, ozuqaviy tola va turli xil fitokimyoviy moddalarga boy va shuning uchun ular inson salomatligi uchun katta ahamiyatga ega. Sabzavot ekinlarining o‘sishi turli xil abiotik stress omillari tomonidan tartibga solinadi, bu nafaqat ularning normal o‘sishi va metabolizmiga ta’sir qiladi, balki hosildorlik va sifatning pasayishiga ham olib keladi **[1.5]**. O‘simliklarning o‘sishini rag‘batlantiruvchi rizobakteriyalar (PGPR) o‘simliklarning morfologik yoki fiziologik xususiyatlarini azot fiksatsiyasi, fosforning erishi, kaliyning erishi, sideroforlarning ishlab chiqarilishi, ikkilamchi metabolitlar va gormonlarning sekretsiyasi va o‘simliklarning stressga chidamliligi genining ifodasini induktsiya qilish orqali o‘zgartirishi mumkin. Bu natijada o‘simliklarda ozuqa moddalaridan foydalanish darajasini oshiradi, ularning hosildorligi, sifati va stressga chidamliligini oshiradi.Bugungi kunda qishloq xo‘jaligining eng dolzarb muammolaridan biri - tuproq tarkibidagi turli – xil kimyoviy moddalarni kamaytirish va ekologik toza mahsulot yetishtirishdan iboratdir. So‘nggi yillarda o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi rizosfera bakteriyalaridan (PGPR) foydalanish kimyoviy o‘g‘itlar o‘rnini bosuvchi samarali strategiya sifatida tan olinmoqda **[1,2]**. PGPR vakillari, xususan *Pseudomonas* turkumi, o‘simliklarda fitogormonlar sintezi, fosfatlarni mobilizatsiya qilish va turli abiotik stresslarga chidamlilikni oshirish qobiliyati bilan ajralib turadi.

Pseudomonas turkumiga mansub shtammlar, jumladan *P. koreensis* va *P. chlororaphis*, o‘zlarining ikkilamchi metabolitlari va sideroforlar ishlab chiqarishi tufayli qishloq xo‘jaligi ekinlari, xususan pomidor (*Solanum lycopersicum*) rivojlanishining erta bosqichlarida yuqori biostimulyatorlik xususiyatini namoyon etadi **[3]**. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, *Pseudomonas koreensis* kabi foydali rizobakteriyalar o‘simlikning biomassasini oshirish bilan birga, uning fiziologik holatini yaxshilash va himoya tizimini faollashtirish xususiyatiga ega **[4]**. Bu esa ekologik toza va barqaror qishloq xo‘jaligi texnologiyalarini ishlab chiqishda ushbu mikrob jamoalaridan keng foydalanish zarurligini belgilaydi. Rizosfera mikroflorasi o‘simlik turiga va uning o‘sish sharoitiga qarab o‘ziga xos xususiyatlarga ega bo‘ladi. Shu nuqtai nazardan, dorivor va

chidamli o‘simlik hisoblangan chakanda (*Hippophae rhamnoides* L.) rizosferasi boy mikrobiologik resurs hisoblanib, undan ajratilgan shtammlar madaniy ekinlar unumdorligini oshirishda yuqori salohiyatga ega. MALDI-TOF MS kabi zamonaviy mass-spektrometriya usullari mikrobial identifikatsiyani tezlashtirish va shtammlarni aniq klassifikatsiya qilish imkonini berdi, bu esa PGPR tadqiqotlarining ishonchliligini oshirdi **[5]**. Biroq, chakanda rizosferasidan ajratilgan *P. koreensis* va *P. chlororaphis* shtammlarining pomidor urug‘lari unuvchanligiga ta’siri bo‘yicha kompleks tadqiqotlar hali ham yetarli emas.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Ilmiy tadqiqot bo‘yicha Chakanda o‘simligi ildiz atrofidan tuproq na’munalarini Samarqant viloyatining Zarafshon daryosi bo‘yidan va Toshkent viloyati Yuqori Chirchiq tumanida joylashgan Sakson ota o‘rmon xo‘jaligidan tuproq namunalarini olib kelindi hamda laboratoriyadagi tadqiqot ishlari Toshkent Davlat Agrar Universiteti ‘‘Biotexnologiya,, kafedrasida olib borildi.

***Hippophae rhamnoides L.* o‘simligi_rizosferasidan tuproq na’munalarini olish.** Namunalar pastki qatlamdan boshlab navbati bilan olinadi. Chuqur kavlab bo’lingan zahoti ona jinsdan yoki pastki qatlamdan belkurak bilan birinchi namuna olinadi. Tuproq profili ta’riflab bo’lingach, yuqoridagi qatlamlardan namunalar olinadi. Eng oxirida ustki qatlamdan namuna olinadi. 0-10, 10-20, 20-30 sm chuqurlik qatlamlaridan sterilizatsiya qilingan sharoitda olindi. (Litvinov, 1969).

Namunalar olish texnikasi. Har bir qatlamning o’rta qismida taxminan 10 sm qalinlikdagi qatlam orasi belgilab qoyiladi va undan old devorining butun eni boyicha pichoq bilan tuproq namunasi kesib olinadida qalin qog’oz varag’i ustiga qoyiladi. Chirindili va haydalma qatlamlardan namuna qatlamning butun qalinligi boyicha olinadi. Agar chirindili qatlamning qalinligi 20 sm dan ziyod bo’lsa, u holda har 10 sm dan ikki-uch namuna olinadi. Qog‘oz etiketkaga tuproq chuquri olingan viloyat, tuman, qishloq, maydonni, dala va chuqur nomerini, qatlamning qalinligini, namuna qanday chuqurlikdan olinganini qalam bilan yoziladi hamda sana va talabaning familiyasi ko’rsatilib, shu o’ralgan qog’oz namunaga o’rab qoyiladi. Qog’ozga ham namuna olingan qatlam, uning chuqurligi, sanasi yoziladi.

Tuproqning morfologik belgilari aniqlanib, tuproqqa izox yozilganidan keyin, xar bir qatlamdan kvadrat shaklda namuna olinadi. Namuna olish joyi shu qatlam uchun taalluqli bo’lsin. Ikki kvadrat orasidan namuna olish yaramaydi. Namuna to’g’ri olinsagina natija to’g’ri chiqadi. Shuning uchun namuna olishdan oldin chuqurning devori yaxshilab tozalanadi, so’ngra namuna olish joylari belgilanadi. Tuproqning xar qaysi qatlamidan bittadan, tuproq qalin bo’lganda ikkitadan namuna olinadi. Tuproq namunasining eng ostki qatlamdan boshlab olish kerak. Aks xolda, ya’ni yuqoridan olinsa ostki qatlamlarni ifloslab, namuna buzilishi mumkin. Namuna xaydalma qatlamdan 0 – 10 va 10 -20 sm oraliqda olinadi.

Tuproq namunalaridan mikroorganizmlarni ajratish va toza kulturalar olish. Bakteriyalarni ekish va sof kultura ajratish uchun namuna sifatida olingan tuproqni suyultirish jarayoni amalga oshiriladi.Tuproqni suyultirish namuna olingan kunning ertasigayoq umumiy mikrobiologiya va mikologiyada qabul qilingan usul asosida o‘tkaziladi (Litvinov,1969).

Tuproqni suyiltirish uchun 10 g tuproqni 90ml sterilizatsiya qilingan kolbadagi suvga solib 5 daqiqa davomida eritildi.Sterilizatsiya qilingan pepitka yordamida 1 ml suspenziya 9 ml sterilizatsiya qilingan probirkadagi suvga solindi. Bu jarayon yana qaytarildi. Uchinchi va to‘rtinchi probirkadagi suyuqlik likopcha oziqa muhitiga (1:1000, 1:10000) ekildi.Buning uchun 0,5 ml olingan suspenziya Petri likopchasiga solingan agarli oziqa muhiti yuziga shpatel yordamida bir tekis qilib yoyildi. Bu jarayon uch marta takrorlanadi. Toza kulturalar olingandan so‘ng identifikatsiya qilinadi. Rizobakteriyalar idintifikatsiya qilishdan avval toza koloniya olish uchun fizrastvor tayyorladim.0.9% li NaCl eritmasidan foydalaniladi.Probirkalarga fizrastvorni quyib tayyor holatga keltiriladi va avtoklav qilib olinadi. Idintifikatsiya qilish uchun rizobakteriyalar ekilganiga 48 soatdan oshmasligi kerak. Ekishda ilgak bilan petridagi bakteriyadan olamiz va fizrastvorga botiramiz.Yaxshilab chayqatiladi. Ilgag sterillanadi va sovitiladi, fizrastvorga botirib peptonli ozuqaga ekiladi. Shundagini koloniyalar ajralga holda bo‘ladi.

MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization-Time of Flight) mass-spektrometriya usuli mikroorganizmlarni, jumladan, bakteriyalar, zamburug‘lar va boshqa patogenlarni tez va aniq aniqlash uchun ishlatiladigan ilg‘or texnologiyalardan biridir. Zybio EXS 2600 modeli klinik va laboratoriya sharoitlarida mikroorganizmlarni aniqlashni osonlashtirish va tezlashtirish maqsadida yaratilgan.

Chakanda o‘simligi rizosferasidan ajratilgan bakteriyalar qattiq ozuqa muhitlarida (go‘sht-peptonli agar) o‘stirilib, ularning koloniya va hujayra morfologik belgilari o‘rganildi. Kuzatuvlar natijasida ajratilgan bakteriyalarning ko‘pchiligi Gram-musbat ekanligi aniqlandi.

Tajriba davomida chakanda o‘simligi rizosferasidan jami 25 ta bakterial izolyat ajratildi. Ushbu izolyatlar MALDI-TOF mass-spektrometriya usuli yordamida identifikatsiya qilindi. Natijalar bo‘yicha bakteriyalar 8 ta turga mansubligi aniqlandi (1-rasm).Eng ko‘p uchragan bakteriya turi Bacillus cereus bo‘lib, jami 13 ta namunada qayd etildi. Shuningdek, Bacillus thuringiensis, Pseudomonas chlororaphis, Pseudomonas koreensis, Micrococcus sp., Microbacterium foliorum, Kocuria rosea turlari ham aniqlangan.Identifikatsiya ballari (score) 1.74 dan 2.30 gacha bo‘lib, ularning aksariyati 2.00 dan yuqori qiymatni ko‘rsatgan. Bu esa bakteriyalar tur (species) darajasida ishonchli aniqlanganini bildiradi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:

1-rasm.Rizobakteriyalarning idintifikatsiya natijasi

Spot	Sample ID	Patient ID	Organism	Score
A8	T-7		*Bacillus thuringiensis*	1.75
A9	S17		*Bacillus cereus*	1.87
A10	T-6		*Micrococcus sp.*	1.74
A11	T-5		*Bacillus cereus*	2.18
A12	T-1		*Bacillus cereus*	1.75
B4	T-9		*Bacillus cereus*	2.15
B5	T-8		*Bacillus cereus*	2.30
B6	S-1		*Microbacterium foliorum*	2.17
B7	S4		*Kocuria rosea*	2.21
B8	S-6		*Bacillus cereus*	2.17
B9	S-9		*Bacillus cereus*	1.80
B11	S-12		*Microbacterium foliorum*	2.29
B12	S-15		*Bacillus cereus*	2.11
C1	S-16		*Bacillus cereus*	2.06

Spot	Sample ID	Patient ID	Organism	Score
A10	2		*Bacillus cereus*	2.11
A11	3		*Bacillus cereus*	1.84
A12	4		*Bacillus thuringiensis*	1.81
B1	5		*Kocuria rosea*	2.04
B2	6		*Pseudomonas chlororaphis*	2.13
B3	7		*Bacillus cereus*	2.26
B4	8		*Pseudomonas koreensis*	2.20
B5	9		*Bacillus cereus*	2.25
B6	10		*Bacillus thuringiensis*	2.18
B7	11		*Bacillus cereus*	2.09
B9	13		*Microbacterium foliorum*	2.21

O‘sish va biostimulyatorlik xususiyatlari. Ushbu metodika urug‘larning hayotchanligini va unib chiqish energiyasini steril hamda nazorat qilinadigan muhitda aniqlashga qaratilgan.

Kerakli jihozlar va materiallar

1.Idishlar: Petri chashkalari (shisha yoki plastik).
2.Filtr qog‘ozi: Steril namlangan qog‘oz filtrlar yoki paxta qatlami.
3.Sterilizatorlar: 70% li etil spirti yoki 1% li natriy gipoxlorit ($NaOCl$).
4.Uskuna: Termostat (yorug‘lik va haroratni boshqarish funksiyasi bilan).
5.Suv: Distillangan suv.

Tajriba bosqichlari.

A) Urug‘larni sirtqi sterilizatsiya qilish: Urug‘lar yuzasidagi mikroflorani yo‘qotish uchun 70% li spirtda 1 daqiqa, so‘ngra 1% li natriy gipoxlorit eritmasida 3-5 daqiqa davomida saqlanadi.So‘ngra urug‘lar distillangan suvda 3-4 marta yaxshilab yuviladi.
B) Ekish jarayoni: Petri chashkalari tubiga 2 qatlam filtr qog‘ozi qo‘yiladi va distillangan suv (yoki tajriba variantiga ko‘ra bakterial suspenziya) bilan namlanadi.Har bir chashkaga urug‘larning o‘lchamiga qarab 25 yoki 50 dona urug‘ bir-biriga tegmaydigan qilib joylashtiriladi.Tajriba kamida 3-4 takroriylikda amalga oshiriladi.
C) Inkubatsiya sharoiti: Chashkalar termostatga joylashtiriladi.Harorat: Ekin turiga qarab (masalan, pomidor va bodring uchun +25°C dan +28°C gacha). Namlik: Doimiy ravishda nazorat qilinadi (filtr qog‘ozi qurib qolmasligi kerak).

Ko‘rsatkichlarni hisoblash. Natijalar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:
Unib chiqish energiyasi **E**: Urug’lar ekilgandan keyin ma’lum bir muddatda (masalan, 3-4 kunda) jadal unib chiqqan urug‘lar foizi.

$$E=\frac{n}{N}\times 100\%$$

(Bu yerda n – muddatida unganlar soni, N – umumiy urug’lar soni).
Laboratoriya unuvchanligi **G**: Tajriba yakunida (masalan, 7-10 kunda) to’liq ungan urug‘larning umumiy foizi.

$$G=\frac{nfinal}{N}\times 100\%$$

Maysalarning morfometrik ko‘rsatkichlari:
Maysaning ildiz qismi uzunligi (mm).
Maysaning poyacha (gipokotil) qismi uzunligi (mm).

Biostimulyatorlikni hisoblash. Tajriba va nazorat solishtiriladi .Foiz yoki indeks ko‘rinishida hisoblanadi

$$SI = \frac{T-C}{C} \times 100$$

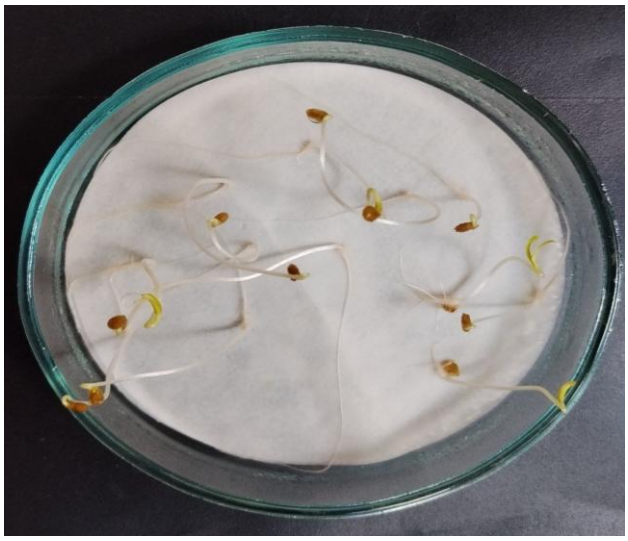
Urug‘larning laboratoriya unuvchanligi GOST 12038-84 talablari asosida Petri chashkalarida aniqlandi (GOST 12038-84.,1985). Urug‘lar ekishdan oldin 1% li NaOCl eritmasida sterilizatsiya qilindi. Tajriba +25°C haroratli termostatda, 3 takroriylikda olib borildi. Unib chiqish energiyasi 3-sutkada, laboratoriya unuvchanligi esa 7-sutkada hisoblandi. Olingan natijalar statistik tahlil qilindi. Tadqiqot davomida pomidor urug‘larining unuvchanligini aniqlash maqsadida laboratoriya sharoitida tajribalar olib borildi. Urug’larni tanlashda urug’larning sifatiga begona aralashmalar yo’qligiga e’tibor berildi.Mahalliy navlardan foydalanishga xarakat qildi va *Solanum lycopersicum* L. ning 3 ta mahalliy navidan foydalanildi.

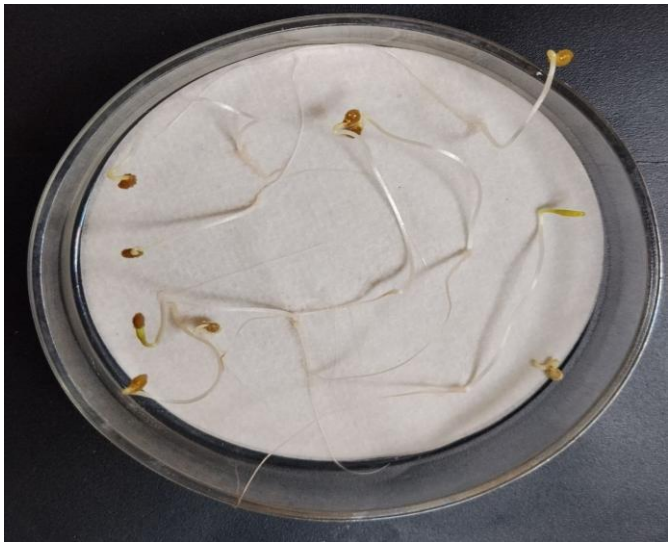
1-jadval

Tajriba uchun tanlab olingan *Solanum lycopersicum* L.navlari

	***Solanum lycopersicum* L**
Mahalliy	Volgagirat
Mahalliy	Yusupiskiy
Mahalliy	TMk-22

A.Nazorat variant; B.1/10; C.1/100; D.1/100 konsentratsiyalar





Nazorat **1/10**

1/100 **1/1000**

2-rasm.Pomidor urug'ining unuvchanligi (Pseudomonas chlororaphis bakteriyasiga bilan)

XULOSA

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida Toshkent va Samarqand viloyatlarining o'ziga xos agroekologik sharoitlaridan ajratib olingan rizobakteriyalar chakanda o'simligining barqaror o'sishini ta'minlashda muhim biologik agentlar ekanligi isbotlandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Mikrobiologik xilma-xillik va adaptatsiya: Chakanda rizosferasidan ajratib olingan *Bacillus cereus, Bacillus thuringiensis, Micrococcus sp., Microbacterium foliorum* va *Kocuria rosea* kabi shtammlar mahalliy tuproq-iqlim sharoitiga yuqori darajada moslashgan. Bu bakteriyalarning rizosferada faol kolonizatsiya hosil qilishi, ularning o'simlik bilan uzoq muddatli simbiotik yoki assotsiativ munosabatga kirisha olishidan dalolat beradi.

2. PGPR mexanizmlarining samaradorligi: Izolyatlarning indol-3-sirka kislotasi (IAA) sintez qilish qobiliyati o'simlik ildiz tizimining rivojlanishini tezlashtirsa, fosfatlarni safarbar qilish xususiyati tuproqdagi qiyin eruvchan birikmalarning o'simlik o'zlashtirishi mumkin bo'lgan shaklga o'tishini ta'minlaydi. Bu o'z navbatida o'simlikning ozuqa elementlariga bo'lgan ehtiyojini tabiiy yo'l bilan qondirish imkonini beradi.

3. Ekologik va amaliy ahamiyat: Aniqlangan PGPR shtammlari asosida yaratiladigan biogumus va biologik o'g'itlar qishloq xo'jaligida kimyoviy o'g'itlar sarfini kamaytirishga, tuproq degradatsiyasining oldini olishga va ekologik toza mahsulot yetishtirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, sho'rlangan va unumdorligi past bo'lgan tuproqlarda chakanda yetishtirish texnologiyasini takomillashtirishda ushbu bakteriyalar muhim resurs hisoblanadi. Zarafshon daryosi havzasi va Toshkent viloyati tuproqlarining o'ziga xos sho'rlanish va qurg'oqchilik darajasini hisobga olgan holda, ajratilgan PGPR bakteriyalarning osmotik stressga chidamliligi muhim ko'rsatkichdir. Bu mikroorganizmlar o'simlikda prolin miqdorini oshirish va antioksidant fermentlar

tizimini faollashtirish orqali, chakandaning noqulay ekologik sharoitlarda ham yuqori biomassa to‘plashiga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR :

1. Yang, J., Tang, M., & Zhao, H. (2025). Physiological Mechanisms of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Enhancing Abiotic Stress Tolerance of Vegetable Crops: A Review. *Plants*, *14*(2), 239. https://doi.org/10.3390/plants14020239

2. Gupta, G., Parihar, S. S., Ahirwar, N. K., Snehi, S. K., & Singh, V. (2015). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and Future Prospects for Development of Sustainable Agriculture. *Journal of Microbial & Biochemical Technology*, 7(2), 096-102. doi: 10.4172/1948-5948.1000188

3. Adedayo A. A., Fadiji A. E., Babalola O. O. Biochemical and Molecular Characterization of Bacterial and Fungal Isolates Associated with the Rhizosphere of Healthy and Diseased Solanum lycopersicum // International Journal of Agriculture & Biology. – 2023. – Vol. 30. – No. 4. – P. 281–290.

4. Guo, Q., Sun, Y., Shi, M., Han, X., Jing, Y., Li, Y., Li, H., & Lai, H. (2021). *Pseudomonas koreensis* promotes tomato growth and shows potential to induce stress tolerance via auxin and polyphenol-related pathways. *Plant and Soil*, *462*, 141–158. https://doi.org/10.1007/s11104-021-04837-9

5. Shah, A., Nazari, M., Antar, M., Msimbira, L. A., Naamala, J., Lyu, D., Rabileh, M., Zajonc, J., & Smith, D. L. (2021).

PGPR in Agriculture: A Sustainable Approach to Increasing Climate Change Resilience. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*, 667546. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.667546

6. Abdullayev Z.T., Mirzayeva D.K. Sho‘r yerlar mikroflorasi va unga moslashgan mikroorganizmlar // O‘zbekiston agrar fani. – 2021. – №3. – B. 33–38.

7. Egamberdiyeva D.R. Plant growth promoting rhizobacteria under saline soil conditions: mechanisms and practical use // Microbiological Research. – 2020. – Vol. 235. – P. 126447.

8. Ganie S.A., Khan M.A., Wani S.H. et al. Role of rhizobacteria in alleviating salt stress in vegetable crops: recent advances // Frontiers in Plant Science. – 2021. – Vol. 12. – Article 678673.

9. Glick B.R. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world // Microbiological Research. – 2014. – Vol. 169, No. 1. – P. 30–39.