



UO'T: 579.64:631.847:581.522

TURLI O'SIMLIKLERDAN AJRATILGAN ENDOFIT BAKTERIYALARNING FOSFAT TUZLARINI ERITISH XUSUSIYATINI BAHOLASH HAMDA ULARNING POMIDOR KO'CHATLARINING O'SISHIGA TA'SIRINI O'RGANISH

Satimova Shahlo Shuhrat qizi 

“TIQXMMI” MTU huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot maqolasida turli xil o'simliklardan ajratilgan endofit bakteriyalarning in-vitro sharoitida fosfat tuzlarini parchalash xususiyati va gidroponika sharoitida o'simlik o'sishi va rivojlanishiga ta'siri o'rganilgan.

Kalit so'zlar: PSB (phosphate solubilizing bacteria), fosfat, endofit bakteriya, fosfat o'zlashtirish, pomidor, PGPR, Pиковskay agar.

Аннотация. В данной исследовательской статье изучались in vitro фосфатсольюбилизирующие свойства эндофитных бактерий, выделенных из различных растений, и их влияние на рост и развитие растений в гидропонных условиях.

Ключевые слова: фосфатсольюбилизирующие бактерии (ФСБ), фосфат, эндофитные бактерии, ассимиляция фосфатов, томат, PGPR, среда Пиковского.

Abstract. This research article examined the in vitro phosphate-solubilizing properties of endophytic bacteria isolated from various plants and their impact on plant growth and development under hydroponic conditions.

Keywords: phosphate-solubilizing bacteria (PSB), phosphate, endophytic bacteria, phosphate assimilation, tomato, PGPR, Pиковsky medium.

KIRISH

Fosfor (P) o'simliklarning o'sishi va rivojlanishi uchun zarur bo'lgan muhim makroelementlardan biri bo'lib, energiya uzatish, fotosintez, ildiz rivojlanishi va hujayra metabolizmida muhim rol o'ynaydi. Tuproqlarda ko'p bo'lishiga qaramay, fosfor ko'pincha kalsiy fosfat, temir fosfat va alyuminiy fosfat kabi erimaydigan shakllarda mavjud bo'lib, ular o'simliklar tomonidan osonlikcha so'rilmaydi. Natijada, fosfor yetishmasligi butun dunyo bo'ylab, ekinlar unumdorligini



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

cheklovchi asosiy to'siqdir. Shuning uchun tuproqlarda fosfor almashinuvini yaxshilash uchun barqaror va ekologik toza alternativalar zarur [1].

Fosfat tuzlarini eruvchan holatga o'tkazuvchi bakteriyalar (PSB- phosphate-solubilizing bacteria) rizosferada mavjud fosfor o'zlashtirilishini oshirishning istiqbolli yo'llaridan biridir. Bu mikroorganizmlar organik kislotalar sekretsiyasi va fermentativ faollik orqali erimaydigan fosfatlarni eritishi mumkin, shu bilan fosforni o'simliklar uchun mos shakllarga aylantiradi. Ko'plab tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter* va *Rhizobium* kabi turkumlarga mansub PSB nafaqat fosforning so'rilishini yaxshilaydi, balki fitogormon ishlab chiqarish va ozuqa moddalarini yaxshiroq qabul qilish kabi qo'shimcha mexanizmlar orqali o'simliklarning o'sishini ham rag'batlantiradi[2].

Pomidor (*Solanum lycopersicum* L.) yuqori ozuqaviy va tijorat qiymatiga ega iqtisodiy jihatdan muhim bog'dorchilik ekinidir [7]. Uning o'sishi va hosildorligi, ayniqsa, ko'chat rivojlanishining dastlabki davrida fosforning mavjudligiga kuchli ta'sir qiladi. PSB larni urug' bilan ishlov berish orqali o'simliklarni fosforga bo'lgan ehtiyojlari qoplanishi va o'sish va rivojlanishining yaxshilanishiga erishish mumkin[3].

Ushbu tadqiqotning maqsadi Pikovskaya agar muhitidan foydalangan holda bakterial izolatlarining fosfatda eruvchanlik qobiliyatini baholash va urug'larni qayta ishlashdan so'ng gidroponika sharoitida pomidor ko'chatlarining erta o'sishiga tanlangan bakterial shtammlarning ta'sirini o'rganish edi. Ushbu ish barqaror pomidor yetishtirish uchun fosfat tuzlarini eruvchan qiluvchi bakteriyalarni bioo'g'it sifatida qo'llash imkoniyatlari haqida tushuncha beradi[4].

MATERIALLAR VA USULLAR

Bakterial izolatlar va ekish sharoitlari. Ushbu tadqiqotda turli xil dorivor o'simlik manbalaridan (*Salvia officinalis* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Tanacetum vulgare* L., *Calendula officinalis* L., *Iris pseudacorus* L., *Armoracia rusticana* G.Gaertn., *B.Mey. & Scherb.*) ajratilgan 43 ta shtammdan iborat bakterial izolatlar ishlatilgan. Izolatlar Nutrient Broth agar ozuqa muhitida -20°C da saqlangan va tajribadan oldin subkultura qilingan. Barcha tajribalar uchun bakterial kulturalar ozuqaviy muhitida 28 ± 2 °C da 24-48 soat davomida o'stirilgan[8].

Fosfatda eruvchan bakteriyalarni skrining qilish. Bakterial izolatlarining fosfatda eruvchanlik faolligi erimaydigan fosfor manbai sifatida kalsiy fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) ni o'z ichiga olgan Pikovskaya agar muhitidan foydalanib baholandi. Muhit standart usullarga muvofiq tayyorlandi va 121 °C da 15 daqiqa davomida avtoklavlash orqali sterilizatsiya qilindi.

Bakterial kulturalar Pikovskaya agar plastinkalariga nuqtali ekildi va 28 °C da 5-7 kun davomida inkubatsiya qilindi. Fosfatning eruvchanligi bakterial koloniyalar atrofida tiniq halqalar hosil bo'lishi bilan ko'rsatildi[5].

Keyingi bosqichda ushbu bakteriya izolyatlarining o'simliklarni o'sishiga ta'siri ko'rib chiqildi. Buning uchun har bir bakteriya izolyatidan 1 ml dan olib 5 ml



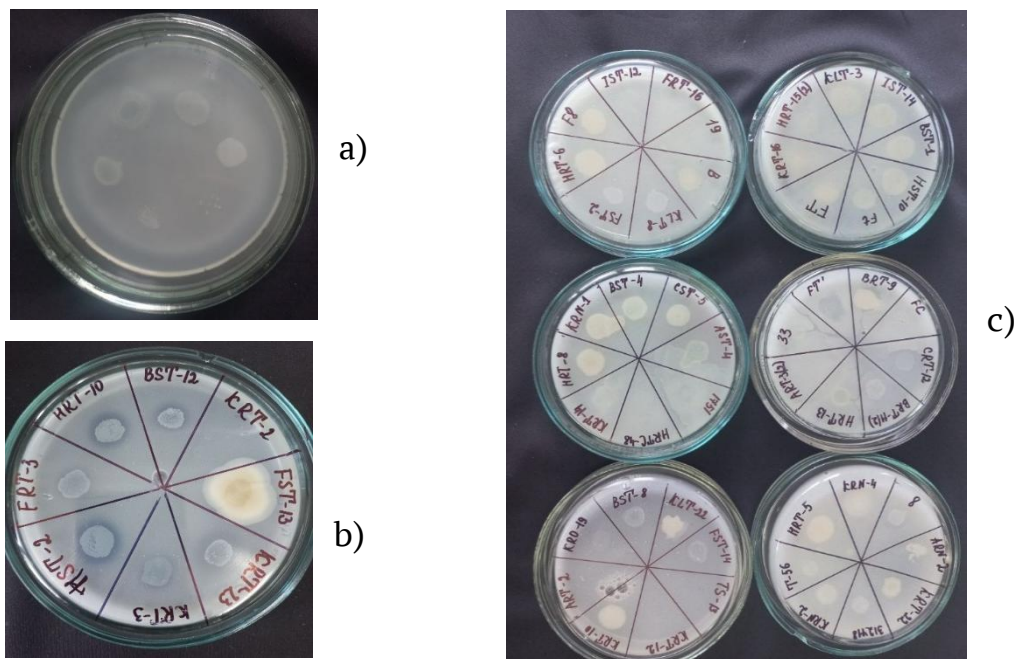
AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

distillangan steril suvda suyultirilib suspenziya tayyorlandi. Tajriba uchun Sabzavot, kartoshkachilik va ko'chatchilik ilmiy tadqiqot instituti olimlari tomonidan yaratilgan pomidorning "Universal" navi urug'lari ishlatildi. Pomidor urug'lari yuza sterillash o'tkazildi (70% li etil spirti 1-3 daqiqa va sterillangan distillangan suv bilan 3 marta chayildi). Sterilizatsiya qilingan urug'lar bakterial suspenziyalarda 30-60 daqiqa davomida yumshoq chayqatish bilan namlandi. Nazorat urug'lari faqat steril distillangan suv bilan ishlov berildi[6].

O'simliklarni o'stirish va eksperimental loyihalash. Qayta ishlangan va nazorat qilinadigan urug'lar steril muhit solingan ko'chat patnislariga (kassetalar) ekildi va laboratoriya nazoratidagi gidroponik sharoitlarda saqlandi. Ko'chatlarga harorat va yorug'lik nazorat ostida sug'orish ishlari olib borildi.

Tajriba ishlov berilgan va ishlov berilmagan nazorat turlari bilan o'tkazildi. Ko'chatlar 3-4 hafta davomida kuzatib borildi va eksperimental davr oxirida o'simlik o'sish parametrlari qayd etildi.

O'simliklarning o'sish parametrlarini baholash. 3-4 hafta o'sishdan so'ng, ko'chatlar ehtiyotkorlik bilan olindi va novda uzunligi, ildiz uzunligi, va ko'chatlarning bo'yi va ildiz uzunligi parametrlari o'lchandi. Bakterial ishlov berish va nazorat o'simliklari o'rtasidagi kuzatilgan farqlar fosfat eriydigan bakteriyalarning o'simliklarning o'sishini rag'batlantirish ta'sirini baholash uchun ishlatilgan. Barcha tajribalar 4-6 takrorlanishda o'tkazildi va olingan ma'lumotlar standart usullar yordamida statistik tahlilga tortildi. Bakterial izolyatlarning fosfat erishi va pomidor ko'chatlarining o'sishiga ta'sirini aniqlash uchun o'rtacha qiymatlar taqqoslandi.



**1- rasm. a- bakteriyalar fosfor o'zlashtirmagan
b - fosfor o'zlashtirgan bakteriyalar atrofida shaffof zonalar paydo bo'lgan.
c- bakteriyalarning umumiy fosfor o'zlashtirish natijalari**



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

NATIJALAR VA MUNOZARA

Bakteriya izolyatlari ozuqa muhitida o'stirildi va Pikovskaya agar ozuqa muhitiga ekildi. 5-7 kundan so'ng bakteriya koloniyalari sinchiklab o'rganildi va koloniya atrofida shaffof zona paydo qilgan shtammlar jadvalga yozildi(1-rasm). Tajriba davomida olingan natijalar 1-jadvalda berilgan.

1-jadval

Turli xil bakteriya shtammlarining fosfor o'zlashtirishi va o'simlik o'sishiga ta'sirini baholash

	Bakteriya izolyatlari	Fosfat tuzlarini o'zlashtirish darajasi	Pomidor ko'chatlarining o'sish parametrlari			
			Umumiy ho'l massa (o'rt. g)	Umumiy quruq massa (o'rt. g)	Poya uzunligi (sm)	Ildiz uzunligi (sm)
	NAZORAT	---	0.59	0.04	7.4	6.3
1	8	---	0.7	0.06	8.6	6.4
2	19	---	1.25	0.1	10.1	9.1
3	1751	---	1.04	0.1	14	13.3
4	312418	---	1.175	0.1	10.5	6.75
5	5R5F	+	0.46	0.04	7.6	6.7
6	ART-3	---	0.425	0.02	7.625	10.5
7	ART-3(2)	---	1.32	0.14	11.5	7.5
8	AST-3	+	0.6	0.08	7.9	6.66
9	BRT-11	---	0.925	0.08	8.625	10.25
10	BRT-9	---	5.4	0.06	7.7	6.7
11	BSN-2	+	1.4	0.12	15.87	8.75
12	BST-10	---	0.9	0.04	8.75	8
13	BST-11	----	0.67	0.06	8.2	8.5
14	BST-12	+	1.025	0.08	14.62	6.8
15	BST-14	+	0.325	0.02	6.87	5
16	BST-3	+	0.42	0.06	7.4	6.8
17	BST-4	+	0.97	0.08	8.87	6.87
18	CRT-6	+	0.6	0.04	7	4.66
19	FC	---	1.03	0.14	14.1	7.58
20	FRT-16	---	0.7	0.06	8.83	8.66
21	FRT-2	---	0.66	0.06	9.16	8.16
22	FST-2	---	1.06	0.12	14.16	8.5
23	FST-7	+	0.82	0.08	10.25	8.5
24	HRT-10	+	0.7	0.08	8.75	8.5
25	HRT-12	+	1.17	0.1	9.25	6.5
26	HRT-6	---	1.225	0.1	11.25	8.625
27	HRT-9	---	1.3	0.08	13.33	6
28	HST-2	+	0.86	0.1	8.16	8.41
29	IST-14	---	0.65	0.06	7.875	5.375



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

30	KLN-1	---	0.925	0.08	8.5	10.1
31	KLT-15	---	0.925	0.06	8.375	7.25
32	KLT-22	---	0.82	0.08	7.7	7.4
33	KLT-8	----	0.87	0.08	12.12	7.5
34	KRN-1	----	1.02	0.08	10.5	7.1
35	KRO19	---	0.9	0.08	10.83	8.33
36	KRT-10	---	1.35	0.1	15.87	6.75
37	KRT-11	+	0.933	0.06	12.5	5.16
38	KRT-12	---	0.42	0.04	7	6.1
39	KRT-23	+	1.04	0.1	8.7	6.6
40	KRT-3	+	0.825	0.06	12.75	8.25
41	KRT-5	---	0.6	0.06	8.375	5.375
42	RR5225	---	1.55	0.12	16.5	11
43	T-16	+	1.5	0.12	11.125	7.75

Izoh: ■ - fosfor o'zlashtirgan bakteriya shtammlari, ■ - fosfor o'zlashtirish darajasi past bo'lgan shtammlar, rangsiz berilgan shtammlar fosfor umuman o'zlashtirmagan

Jadvalga mos ravishda 16 ta bakteriya shtammlari ozuqa muhitida laboratoriya sharoitida fosfor tuzlarini o'zlashtira olishi ko'rsatilgan (1-jadval, yashil rangda berilgan). Shulardan 9 ta bakteriyalar izolyatlari mos ravishda nazoratga nisbatan o'simlikning o'sishi va rivojlanishiga ham ta'sir ko'rsata olgan. Masalan, BSN-2 bakteriya izolyati bilan ishlov berilgan ko'chatlar nazorat ko'chatlariga nisbatan ho'l massani 2,37 barobarga, quruq massani 3 barobarga, poya uzunligini 2,14 barobarga va ildiz uzunligini 1,38 barobarga orttira olgan. Xuddi shu tarzda boshqa bakteriya izolyatlarining natijalarini quyidagi jadvalda ko'rishingiz mumkin (2-jadval).

2-jadval

Fosfat tuzlarini o'zlashtirgan va pomidor nazorat ko'chatlari parametrlariga nisbatan yaxshilagan bakteriyalar ro'yhati

T/r	Bakteriya nomi	Ho'l massaga nisbatan	Quruq massaga nisbatan	Poya uzunligiga nisbatan	Ildiz uzunligiga nisbatan
1	BSN-2	2.37	3	2.14	1.38
2	BST-12	1.73	2	1.97	1.08
3	FST-7	1.34	2	1.38	1.35
4	HRT-10	1.18	2	1.18	1.35
5	HRT-12	1.93	2.5	1.25	1.03
6	HST-2	1.45	2.5	1.1	1.33
7	KRT-23	1.76	2.5	1.17	1.05
8	KRT-3	1.4	1.5	1.72	1.3
9	T-16	2.54	3	1.5	1.23
10	BST-4	1.64	2	1.2	1.09



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

XULOSA

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, yuqoridagi 10 ta bakteriyalar o'simlik o'sish parametrlarini ancha ortishiga sabab bo'lgan deyish mumkin, ulardan ayniqsa, BSN-s va T-16 bakteriya izolyatlari eng kuchli ta'sirga ega shtammlar deya olamiz.

Lekin fosfor o'zlashtirmagan bakteriyalar ichida ham o'simlik o'sish parametrlarini ancha oshirgan shtammlar ham bor. Masalan RR5225, KRT-10 va boshqa bir qancha shtammlar ham bor.

Bundan shunaqa xulosa kelib chiqadiki, bir nechta bakterial izolatlar Pikovskaya muhitida fosfat eruvchanlik qobiliyatini namoyish etgan bo'lsa-da, barcha shtammlar pomidor o'sish parametrlarini sezilarli darajada oshirmagan. Buni rizosfera kolonizatsiyasi qobiliyatidagi farqlar va o'simliklarning o'sishini rag'batlantiruvchi qo'shimcha xususiyatlar bilan izohlash mumkin. O'simliklarning o'sishini rag'batlantirish ko'pincha faqat fosfat eruvchanligi emas, balki fitogormon ishlab chiqarish, siderofor sintezi yoki patogenlarni bostirish kabi bir nechta mexanizmlar bilan bog'liq. Shuning uchun, fosfat eruvchanligi va o'simliklarning o'sishini kuchli rag'batlantirishni namoyon etuvchi izolatlar o'simliklarning rivojlanishini yaxshilashga hissa qo'shadigan qo'shimcha PGPR xususiyatlariga ega bo'lishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Rodríguez H, Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(99)00014-2)
2. Sharma SB, Sayyed RZ, Trivedi MH, Gobi TA. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. SpringerPlus. DOI: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>
3. Mohamed EAH, Farag AG, Youssef SA. 2018. Phosphate solubilization by *Bacillus subtilis* and *Serratia marcescens* isolated from tomato rhizosphere. *Journal of Environmental Protection*. DOI: <https://doi.org/10.4236/jep.2018.93018>
4. Bakki M, Banane B, Marhane O, et al. 2024. Phosphate-solubilizing *Pseudomonas* and *Bacillus* combined with rock phosphates promoting tomato growth and reducing bacterial canker disease. *Frontiers in Microbiology*. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1289466>
5. Luo D, Huang H, Wang J, et al. 2025. Inoculations of phosphorus-solubilizing bacteria alter soil properties and improve tomato yield and fruit quality. *Applied Soil Ecology*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2025.105944>
6. Yañez-Ocampo G, et al. 2020. Isolated phosphate-solubilizing soil bacteria promotes in vitro growth of plants. *Polish Journal of Microbiology*. DOI: <https://doi.org/10.33073/pjm-2020-039>



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

7. Janani P., Kabilan M., Poonkodi K. et al. (2025). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.): A nutraceutical treasure. DOI: 10.33545/26174693.2025.v9.i7d.4730
8. **Shurigin V., Egamberdieva D., Samadiy S., Mardonova G., Davranov K.** *Endophytes from Medicinal Plants as Biocontrol Agents against Fusarium Caused Diseases.* **Mikrobiologichnyi Zhurnal.** 2020;82(4):41-52. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.04.041>