

МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ПОЛПШЕННЯ ФОСФОРНОГО ЖИВЛЕННЯ, ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЦУКРИСТОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Токмакова Л.М.

Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027, Україна

Показано, що застосування альбобактерину та поліміксобактерину на посівах цукрових буряків сприяє активізації фосфатази, збільшенню чисельності фосфатмобілізувальних бактерій у ризосфері рослин, вмісту фосфору в коренеплодах, підвищенню урожайності коренеплодів та збору цукру

Ключові слова: альбобактерин, інсектициди, поліміксобактерин, фосфатмобілізувальні бактерії, фосфорне живлення, фунгіциди, цукровий буряк.

Фосфор є одним із найважливіших елементів живлення рослин. Особливо велику потребу у фосфатах мають цукрові буряки, оскільки ці речовини беруть участь у процесах дихання і фотосинтезу, сприяють швидкому розвитку кореневої системи, прискорюють накопичення цукру [4].

Слід зазначити, що ґрунти сільськогосподарського призначення мають досить великі запаси фосфору. Так, їх вміст у метровому шарі ґрунту, залежно від типу ґрунту, складає від 3,8 до 22,9 т/га [9]. Однак у зв'язку з низькою розчинністю сполук фосфору культурні рослини не отримують достатньої кількості цього елемента [14].

Одним із шляхів вирішення проблеми оптимізації фосфорного живлення рослин є використання засобів, які б дозволили активізувати діяльність ґрунтової мікрофлори, що бере участь у трансформації фосфоровмісних сполук ґрунту та добрив [3,7,8].

Одержані нами експериментальні дані, що стосуються підсилення процесу мобілізації фосфору в ризосфері рослин, свідчать про можливість вирішення цієї проблеми. Найбільш перспективним шляхом її вирішення є інтродукція фосфатмобілізувальних бактерій у ризосферу рослин з використанням мікробних препаратів, створених на основі активних штамів цих мікроорганізмів.

Ряд наукових установ України успішно проводять дослідження зі створення таких біопрепаратів. Так, в Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН на основі бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB та *Achromobacter album* 1122, здатних розчиняти мінеральні важкорозчинні фосфати, створено два біопрепарати для поліпшення живлення цукрових буряків – поліміксобактерин та альбобактерин [10,11,19]. Ці препарати занесені до “Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні”.

Для оцінки дії розроблених мікробних препаратів вивчали такі питання: збереженість інокулюму на насінні цукрових буряків; забезпеченість приживання інтродукованих мікроорганізмів у кореневій зоні рослин; резистентність клітин бактерій до інсектицидів та фунгіцидів, які використовують для протруєння насіння від ушкодження проростків шкідливими комахами і фітопатогенними грибами; вплив альбобактерину та поліміксобактерину на ступінь ураженості цукрових буряків коренеюдом, на фосфорне живлення рослин, урожайність та цукристість коренеплодів.

Матеріали і методи. Об’єктами досліджень були: мікробні препарати альбобактерин та поліміксобактерин, які створені на основі фосфатмобілізувальних бактерій *Achromobacter album* 1122 і *Paenibacillus polymyxa* KB, фосфатмобілізувальні бактерії, цукровий буряк сорту Уладовський 35 та ризосферний ґрунт цієї культури.

Польові досліді з цукровим буряком проводили на базі дослідного господарства ІСГМ УААН. Ґрунт – чорнозем вилугуваний легкосуглинковий, що містить від 2,8 % до 3,4 % гумусу, від 0,27 % до 0,31 % загального азоту, близько 15 мг/100 г P_2O_5 (за Чириковим), від 13 мг/100 г до 16 мг/100 г K_2O (за Масловою), $pH_{вод}$ – 5,9-6,5. Площа облікової ділянки – 100 м², повторність – чотириразова.

На базі Вінницького насінневого заводу бактеризацію насіння цукрових буряків альбобактерином або поліміксобактерином проводили одночасно з протруєнням його фунгіцидами та інсектицидами таким чином: насіння обробляли рідкою робочою сумішшю зазначених фунгіцидів та інсектицидів, причому як розчинник робочої суміші цих речовин використовували рідкий бактеріальний препарат на основі фосфатмобілізувальних бактерій, який вносили з розрахунку 1 млн. клітин бактерій на одну насінину.

Збереженість бактерій на бактеризованому насінні контролювали шляхом змиву клітин з насіння і висіву їх на МПА, а також

обліковували в камері Горяєва [17].

Приживаність бактерій у ризосфері рослин вивчали у вегетаційних і дрібноділянкових дослідах, використовуючи марковані штами, адаптовані до стрептоміцину [6]. Облік клітин бактерій проводили на МПА з додаванням 1500 мкг стрептоміцинсульфату на 1 мл поживного середовища і натрієвої солі леворину (для пригнічення росту мікроміцетів).

Чисельність бактерій, що розчиняють мінеральні сполуки фосфору, визначали у відповідності з існуючими рекомендаціями [5], фосфатазну активність ризосферного ґрунту – за методом І.Т. Геллера і К.Е. Гінзбург [18], вміст рухомого фосфору в ґрунті – за Чириковим, вміст P_2O_5 в коренеплодах цукрового буряку – ванадомолібдатним методом [16]. Ураженість рослин цукрового буряку коренеюдом визначали за В.Ф. Пересипкіним [12].

Облік урожаю та статистичну обробку одержаних даних проводили за Б.А. Доспеховим [2].

Результати та їх обговорення. Однією з умов завчасної бактеризації насіння сільськогосподарських культур біопрепаратами є збереження клітин мікроорганізмів на сухому насінні після його інокуляції. Так, Ю. Бородуліна та інші [15], підсумовуючи літературні дані, вказують на те, що для забезпечення приживаності бульбочкових бактерій у ризосферному ґрунті необхідно, щоб на одну насінину потрапило не менше 100 тис. клітин бактерій.

В результаті проведених нами досліджень встановлено, що на бактеризованому насінні цукрових буряків велика кількість життєздатних клітин бактерій зберігається протягом двох місяців і більше, що дає можливість проводити бактеризацію заздалегідь до посіву.

Ю. Возняковскою показано, що застосування бактеріальних препаратів може бути ефективним у тому разі, коли використані мікроорганізми пристосовані до розмноження та життєдіяльності в ризосфері, на корінні або в корінні рослин [1].

В умовах вегетаційного та польового дослідів на чорноземі вилугуваному легкосуглинковому за допомогою методу антибіотикостійких варіантів встановлено приживлюваність інтродукованих фосформобілізувальних бактерій *A. album* 1122 і *P. polymyxa* KB в ризосфері цукрових буряків [19].

При розробці альобактерину і поліміксобактерину було звернено увагу на особливості застосування їх у технології виро-

щування цукрових буряків. Як відомо, насіння цієї культури проходить певні стадії підготовки на спеціалізованих насінневих заводах. Сюди входить також і обробка насіння композиціями на основі захисно-стимулюючих речовин. Цей прийом спрямований у першу чергу на захист проростків цукрових буряків від шкідливих комах і збудників захворювань. У зв'язку з цим при аналітичній селекції штамів фосфатмобілізувальних мікроорганізмів враховували, крім здатності до розчинення фосфатів та приживання в ризосфері рослин, також резистентність цих штамів до окремих інсектицидів та фунгіцидів. Відселекціоновані штами *P. polymyxa* KB, *A. album* 1122 характеризуються стійкістю до інсектицидів – адифуру, гаучо, круізеру 350 FS, FARS та фунгіцидів – тачигарену, максимум, АП, максимум XL 035 FS, фундазолу, альто-супер та інших [13,19]. За нашими даними, клітини зазначених бактерій зберігають життєздатність і агрономічно цінні властивості як у суспензіях із переліченими пестицидами, так і тривалий час на протруєному насінні.

Стійкість бактерій до фунгіцидів та інсектицидів обумовлена, ймовірно, тим, що дія цих пестицидів орієнтована на фізіологічні особливості фітопатогенних грибів і шкідливих комах. Наприклад, діюча речовина інсектициду гаучо (імідаклопрід) блокує передачу нервових імпульсів у комах, і вони гинуть від паралічу. Через зрозумілі причини за наявності такого механізму цей інсектицид не може діяти на бактерії. Резистентність клітин бактерій *P. polymyxa* KB і *A. album* 1122 до неспецифічної дії адифуру, гаучо, тачигарену можна пояснити тим, що діючі речовини цих пестицидів не можуть проникнути всередину клітин через цитоплазматичну мембрану або порушити її функціонування. Як відомо, цитоплазматична мембрана затримує проникнення в клітину шкідливих речовин і полегшує проникнення речовин, необхідних для її життєдіяльності. Можливість проходження сполуки через цитоплазматичну мембрану залежить від величини і конфігурації молекул, хімічного складу, електричного заряду, присутності і числа молекул води, зв'язаних з молекулою речовини, і від розчинності сполуки в ліпідах. Значну роль в резистентності деяких бактерій до пестицидів відіграють: щільна, жорстка оболонка, яка може становити до 20 % сухої речовини клітини; зовнішня слизова капсула, яка складається із гідратованих полімерних сполук; потужний ферментативний апарат, здатний нейтралізувати пестициди. Отже, резистентність бактерій

до пестицидів визначається хімічними властивостями останніх і фізіологічними особливостями бактерій.

Резистентність клітин фосфатмобілізувальних бактерій до пестицидів дає змогу поєднувати бактеризацію з протруєнням насіння. На основі отриманих даних розроблено спосіб бактеризації насіння цукрових буряків фосфатмобілізувальними препаратами, що включає в себе завчасну його обробку вказаними препаратами поєднано з фунгіцидами та інсектицидами на насінневих заводах (або підприємствах різного типу власності) [20].

В умовах польових дослідів виявлено, що дія альбобактерину та поліміксобактерину в посівах цукрових буряків спостерігається вже у фазі 2-3 пар справжніх листків. Особливо слід відмітити, що при застосуванні поліміксобактерину пошкодження рослин коренеюдом зменшується з 18,1 % до 7,1 %, ступінь розвитку хвороби – з 6,9 % до 2,9 %. Це пояснюється тим, що клітини бактерій *P. polytuxa* KB проявляють антибіотичні властивості до збудників коренеїду.

Результати вивчення впливу мікробних препаратів на особливості фосфорного живлення цукрових буряків за умов польового дослідження показали (табл. 1), що в ризосфері інокульованих рослин збільшується чисельність бактерій, здатних трансформувати важкорозчинні мінеральні сполуки фосфору у форми, що легко засвоюються рослинами. Їх кількість зростає з 7,8 до 20,4 млн на 1 г ґрунту. Бактеризація впливає і на процес мінералізації низькомолекулярних органічних фосфатів ґрунту, що обумовлено збільшенням активності фосфатази з 9,8 до 12,2 мг P_2O_5 на 100 г ґрунту. При застосуванні альбобактерину та поліміксобактерину збільшується вміст P_2O_5 у коренеплодах з 0,074 % до 0,107 %, у гичці – з 0,063 % до 0,096 % та його винос – із 34,6 до 55,9 кг/га і з 23,7 до 31,2 кг/га, відповідно. Це пояснюється тим, що фосфатмобілізувальні бактерії *P. polytuxa* KB, *A. album* 1122 мають властивість підкислювати середовище, продукуючи органічні кислоти (оцтову, масляну, янтарну, молочну) [30], внаслідок чого важкодоступні фосфорні сполуки розчиняються, і в результаті поліпшується фосфорне живлення рослин, що сприяє підвищенню інтенсивності синтетичних процесів та утилізації асимілятів, підвищенню урожайності коренеплодів цукрових буряків з 47 до 53 т/га (12,8 %), збору цукру – з 7,8 до 9,2 т/га (17,9 %) (рис.).

Таблиця 1. Вплив альбобактерину та поліміксобактерину на розвиток і активність фосфатмобілізувальних бактерій та фосфорне живлення цукрових буряків

Варіанти дослідів	Чисельність фосфатмобілізувальних бактерій, млн/г ґрунту	Фосфатазна активність, мг P_2O_5 /100 г ґрунту	Вміст P_2O_5 в сирій масі, %		Винос P_2O_5 , кг/га	
			коренеплодів	гички	коренеплодами	гичкою
Без бактеризації (контроль)	7,8 ± 0,5	9,8±0,15	0,074	0,063	34,6	23,7
Обробка альбобактерином	16,6 ± 0,7	12,2 ± 0,10	0,107	0,096	55,9	31,2
Обробка поліміксобактерином	20,4 ± 0,9	11,9 ± 0,12	0,096	0,086	50,9	29,7

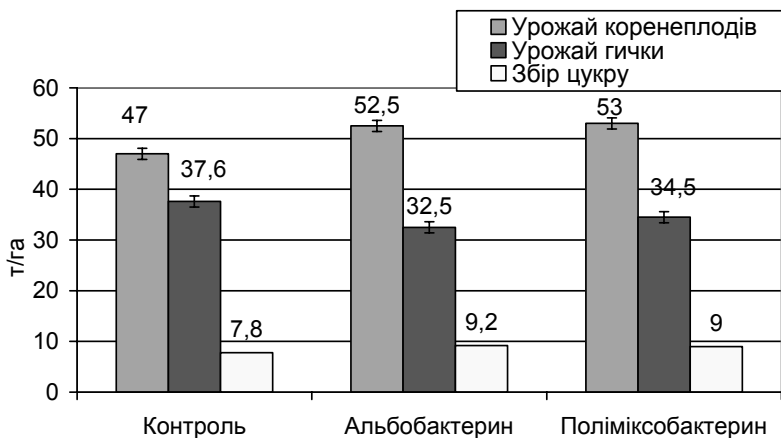


Рис. Вплив мікробних препаратів на урожайність цукрових буряків та збір цукру

Таблиця 2. Вплив мікробних препаратів на продуктивність цукрових буряків у виробничих умовах (господарства Вінницької обл.)

Умови проведення випробувань		Варіанти досліду	Площа, га	Урожайність коренеплодів, ц/га	Приріст, ц/га	Цукристість, %	Збір цукру, ц/га	Прибавка збору цук- ру відносно показників контролю, ц/га
Томашпільський р-н, с. Антонівка.	темно-сірий лісовий, грунт без добрив	контроль	5	311		16,78	52,2	
		альбобактерин	30	377	66	17,83	67,2	15,0
		поліміксобактерин	30	355	44	17,49	61,2	9,9
	чернозем опідзолений, без добрив	контроль	10	373		17,90	66,8	
		поліміксобактерин	80	436	63	18,29	79,7	12,9
Томашпільський р-н, с. Комаргород. Темно-сірий лісовий ґрунт. 60т/га гною + N ₆₀ P ₉₀ K ₄₀ .		контроль	30	250		14,76	36,9	
		альбобактерин	100	285	35	15,97	45,5	8,6
		поліміксобактерин	30	310	60	15,18	47,1	10,2
Томашпільський р-н, с. Яланець. Чорнозем опідзолений. 38 т/га гною + N ₁₇ P ₂₀ K ₃₀ .		контроль	20	310		14,23	44,1	
		альбобактерин	30	340	30	15,13	51,4	7,3
		поліміксобактерин	25	342	32	15,02	51,3	7,2
Літинський р-н, с. Горбінці Сірий лісовий ґрунт. 50 т/га гною + N ₇₀ P ₈₀ K ₈₈ .		контроль	45	330		16,89	55,73	
		поліміксобактерин	45	400	70	17,68	70,72	14,9
Літинський р-н, с. Трибуха. Сірий лісовий ґрунт. 40 т/га гною + 1,5 т/га аміачної води.		контроль	30	414		16,77	69,4	
		поліміксобактерин	25	468	54	17,68	82,7	13,3

Таблиця 3. Вплив біопрепаратів на врожай і якість коренеплодів цукрових буряків, вирощуваних на різних типах ґрунтів

Місце проведення досліджень, установа	Ґрунт	Варіант досліджу	Урожайність коренеплодів, ц/га	Приріст		Цукристість, %	Збір цукру, ц/га	Прибавка збору цукру відносно показників контролю, ц/га
				ц/га	%			
Київська обл. (Інститут агроекології УААН)	сірий лісовий	без бактеризації	452			18,0	81,4	
		альбобактерин	477	25	5,5	18,5	88,2	6,8
		поліміксобактерин	492	40	8,8	18,0	88,6	7,2
Харківська обл. (ХДАУ ім. В.В. Докучаєва)	чорнозем глибокий малогумусний	без бактеризації	294			16,7	49,1	
		альбобактерин	327	33	11,2	17,3	56,5	7,4
		поліміксобактерин	330	36	12,3	17,0	56,1	7,0
Черкаська обл. (Інститут цукрових буряків УААН)	чорнозем опідзолений середньо-суглинковий	без бактеризації	527			16,06	84,3	
		альбобактерин	550	43	8,5	16,69	91,8	7,5
		поліміксобактерин	537	30	5,9	16,38	87,8	3,5
Волинська обл. (Волинська дослідна станція)	сірий лісовий	без бактеризації	504			17,0	85,7	
		альбобактерин	540	36	7,1	17,9	96,7	11
Чернігівська обл. (Носівська селекційна станція)	чорнозем вилугуваний	без бактеризації	375			16,6	62,3	
		альбобактерин	425	50	13,3	17,4	73,9	11,6
		поліміксобактерин	445	70	18,6	17,2	76,5	14,2

Покращенню даних показників сприяє також продукування бактеріями *P. polymyxa* KB, *A. album* 1122 стимуляторів росту рослин: β -індолілоцтової і гіберелінової кислот та вітамінів групи B [19].

Отримані дані свідчать про те, що використання альбобактерину і поліміксобактерину при вирощуванні цукрових буряків дозволяє зменшувати внесення в ґрунт мінеральних фосфорних добрив до 30 кг д.р./га.

Позитивний вплив альбобактерину та поліміксобактерину на формування урожаю цукрових буряків підтверджений у численних польових та виробничих дослідях, проведених у 1993-2004 роках у різних регіонах України (табл. 2, 3).

Отже, застосування мікробних препаратів альбобактерину та поліміксобактерину в технології вирощування цукрових буряків є важливим заходом оптимізації мікробіологічних процесів у ризосфері рослин, збільшення ступеня засвоєння ними фосфору з ґрунту, що дає можливість зменшити внесення мінеральних фосфорних туків (до 30 кг д.р.), підвищити урожайність та цукристість коренеплодів.

1. Возняковская Ю.М. Влияние полезных почвенных и эпифитных микроорганизмов на урожайность и качество семян // Влияние микроорганизмов и протравителей на семена. – М.: Колос, 1972. – С. 77-85.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

3. Канивец В.И., Токмакова Л.Н. Мобилизация фосфора микроорганизмами в черноземе выщелоченном под сахарной свеклой и влияние на этот процесс извести // Бюл. ВНИИСХМ. – 1987.–№ 47. – С. 32-35.

4. Люберская Л.С., Архипова К.И. Фосфорный обмен в сахарной свекле и его связь с сахаронакоплением. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – С. 189-206.

5. Методические указания по выделению микроорганизмов, растворяющих труднодоступные минеральные и органические соединения фосфора. – Л., 1981. – С. 4-6.

6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 220-221.

7. Михновская А.Д., Носко Б.С. Об участии микроорганиз-

мов в трансформації фосфора добрив в чорноземі типичному // Бюл. ВНИИСХМ. – 1987. – № 47. – С. 28-30.

8. Муромцев Г.С., Маршунова Г.Н., Павлова В.Ф., Зольникова Н.В. Роль ґрунтових мікроорганізмів в фосфорному живленні рослин // Успехи мікробіології. – 1985. – Т. 20. – С. 174-198.

9. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. – К.: Урожай, 1990. – 224 с.

10. Пат. 20206 Україна, МКИ 6 С 05 F 11/08. Штам бактерій *Bacillus polymyxa* ВНДІСГМ В-324 Д для виробництва стимулятора росту цукрового буряка / В.І. Канівець, Л.М. Токмакова, Ю.М. Мелимука (Україна). – Заявл. 27.07.94; Опубл. 15.07.97, Бюл. № 14.

11. Пат. 20207 Україна, МКИ 6 С 05 F 11/08. Штам бактерій *Achromobacter album* ВНДІСГМ В-322 Д для виготовлення препарату, який підвищує цукристість і урожай цукрового буряка / Токмакова, В.І. Канівець, Ю.М. Мелимука (Україна). – Заявл. 27.07.94; Опубл. 15.07.97, Бюл. № 14.

12. Пересыпкин В.Ф. Атлас болезней полевых культур. – К.: Урожай, 1987. – 144 с.

13. Пищур І.М. Особливості життєздатності *Bacillus polymyxa* КВ у різних екологічних умовах // Екологія та ноосферологія. – 2004. – Т. 15, № 1-2. – С. 119-128.

14. Томсон Л.М., Трой Ф.Р. Почвы и их плодородие. – М.: Колос, 1982. – 464 с.

15. Производство и применение сухих бактериальных удобрений в СССР / Ю.С. Бородулина, С.П. Самсонова, Е.А. Крончауз и др. – М., 1972. – 90 с.

16. Радов А.С., Пустовой В.И., Корольков А.В. Практикум по агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 216-218, 126-127.

17. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – С. 133-134.

18. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 202-205.

19. Токмакова Л.Н. Штаммы *Bacillus polymyxa* и *Achromobacter album* – основа для создания бактериальных препаратов // Мікробіол. журн. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 131-138.

20. Токмакова Л.М., Канівець В.І., Пищур І.М. та ін. Нові фосфатрозчинні препарати для застосування у землеробстві // Бюл. “Аграрна наука-виробництво”. – 2004. – № 3. – С. 4.

МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ, ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И САХАРИСТОСТИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Токмакова Л.Н.

Институт сельскохозяйственной микробиологии УААН,
г. Чернигов

Показано, что применение альбобактерина и полимиксобактерина на посевах сахарной свеклы способствует увеличению численности фосфатмобилизирующих бактерий в ризосфере растений, содержанию фосфора в корнеплодах, активизации фосфатазы, увеличению урожайности корнеплодов и сбора сахара.

Ключевые слова: альбобактерин, инсектициды, полимиксобактерин, фосфатмобилизирующие бактерии, фосфорное питание, фунгициды, сахарная свекла.

MICROBIAL PREPARATIONS TO INCREASE PHOSPHATE NUTRITION, CROP PRODUCTIVITY AND SACCHARINITY OF SUGAR BEET ROOT

Tokmakova L.M.

The Institute of Agricultural Microbiology UAAS, Chernihiv

There are presented the results of longterm research of microbial preparation action at phosphate nutrition, crop productivity and saccharinity of sugar beet root. It was established that use of albobacterin and polymyxobacterin in crops of sugar beet increases the number of phosphatemobilizing bacteria in the rhizosphere of plants, as well as activation of phosphatase, that improve phosphate nutrition and increase content phosphorus in the root, crop productivity and saccharinity of roots.

Key words: albobacterin, insecticide, fungicides, polymyxobacterin, phosphatemobilizing bacteria, phosphate nutrition, sugar beet.