

ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬБОБАКТЕРИНУ І ПОЛІМІКСОБАКТЕРИНУ НА ПОСІВАХ РІПАКУ І СОНЯШНИКУ

Г. О. Усманова¹, В. П. Патика²

¹Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН,
Чернігів

²Інститут агроєкології і біотехнології УААН, Київ

Вивчали вплив фосформобілізуючих препаратів альобактерину і поліміксобактерину на ріст і розвиток рослин ріпаку і соняшнику в умовах вегетаційних і польових дослідів. Встановлено, що використані біопрепарати поліпшують фосфорне і азотне живлення рослин, їх фізіологічний стан, що сприяє підвищенню урожайності та поліпшенню якості насіння.

Останнім часом усе більше зростають темпи світового виробництва насіння олійних культур, яке використовують як для харчових, так і для технічних потреб [1]. До найбільш розповсюджених олійних слід віднести соняшник, як традиційну олійну культуру України, і ріпак. Саме ріпак у тих зонах, де соняшник не має перспективи через агрокліматичні умови, може достойно замінити цю культуру [2; 3]. Незважаючи на те, що посівні площі під ріпаком і соняшником збільшуються, валовий збір олійних залишається на недостатньому рівні. Причиною цього є постійне порушення технологій вирощування сільськогосподарських культур. Так, мінеральні добрива останнім часом використовуються в мінімальній кількості або взагалі не використовуються, адже забезпечення посівів сільськогосподарських культур мінеральними добривами потребує великих матеріальних і енергетичних затрат. Виходом з цієї ситуації є застосування одного з елементів біологізації землеробства, а саме: використання біологічних препаратів. Для олійних зокрема особливе значення мають фосформобілізуючі препарати, адже саме забезпеченість рослин фосфором в першу чергу впливає на формування якісного, з високим вмістом олії, насіння. Застосування бактеріальних препаратів є недорогим, екологічно безпечним заходом, який дає змогу зменшити внесення мінеральних добрив і суттєво підвищити урожайність олійних культур.

В Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН на основі активних штамів фосформобілізуючих бактерій *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB створено мікробіологічні препарати альобактерин і поліміксобактерин.

Ці препарати рекомендовані авторами для застосування на посівах цукрових буряків завдяки своїй здатності поліпшувати фосфорне живлення рослин, стимулювати їх ріст та розвиток, підвищувати урожайність та поліпшувати якість продукції [4; 5]. Через відсутність доступних нам літературних даних про застосування фосформобілізуючих препаратів на посівах олійних культур метою нашої роботи було вивчити можливість і особливості застосування альобактерину і поліміксобактерину в технологіях вирощування ріпаку і соняшнику.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в умовах вегетаційних і польових дослідів з використанням активних штамів фосформобілізуючих бактерій *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB та препаратів на їх основі — альобактерину і поліміксобактерину, відповідно.

Мутанти штамів *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB, стійкі до стрептоміцину, отримували за Гергхардтом [6].

В досліді використовували соняшник сортів Харківський-49, Аламо, Роднік, Луганський і ріпак сортів Аріон, Калинівський, Стимул, Статут, Клітинний-8.

Веgetаційні досліді проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті з наступними агрохімічними показниками: рН_{сол} 5,6, вміст гумусу — 3,12%, азоту — 51,0 мг/100 г, фосфору — 23,1 мг/100 г, калію — 17,0 мг/100 г. Для дослідів використовували посудини місткістю 500 см³. Рослини вирощували в люміностації з освітленням 20 тис. лк зі світловим періодом 16 год і температурі на рівні зеленого ярусу 26±2 °С. Повторність дослідів десятиразова.

Польові досліді проводили протягом 2000—2002 рр. на дослідному полі Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН на чорноземі вилугуваному легкосуглинковому з такими агрохімічними показниками: гумус — 3,2—3,4%, рН_{вод} 5,9—6,0, вміст Р₂О₅ за Чириковим — 14—17 мг/100 г, вміст К₂О за Масловою — 12—14 мг/100 г ґрунту. Розмір облікових ділянок — 10 м². Повторність — десятиразова. Розміщення дослідів — рендомізоване.

Для передпосівної бактеризації застосовували фосформобілізуючі препарати альобактерин і поліміксобактерин. Кількість бактерій на насінні після інокуляції була такою: для соняшнику — 500 тис. клітин бактерій на одну

насініну, для ріпаку — 50—100 тис. клітин бактерій на одну насініну.

У польових дослідах визначали активність азотофіксації [7], вміст хлорофілу в листі рослин [8], вміст фосфору [9] і азоту в рослинах [10], вміст олії в насінні [11].

Закладення дослідів, їх проведення, облік урожаю та статистичну обробку триманих даних проводили за Доспеховим [12].

Результати досліджень та їх обговорення. У попередньо проведених дослідженнях нами було встановлено оптимальне бактеріальне навантаження препаратів на насіння ріпаку і соняшнику, яке становить відповідно 50—100 тис. і 500 тис. клітин бактерій на одну насініну. Такі концентрації препаратів збільшують схожість, енергію проростання насіння, довжину і масу проростків, що можна пояснити продукуванням бактеріями, які є основою препаратів, стимуляторів росту, про що зазначають автори цих розробок [4; 5].

У вегетаційному досліді виявлено, що різні сорти ріпаку і соняшнику по-різному реагують на дію біопрепаратів. Але зазвичай на початкових етапах розвитку рослин препарати сприяють збільшенню досліджуваних показників: висоті рослин, площі поверхні листової пластинки, активності азотофіксування, масі рослин. Лише в деяких випадках значення досліджуваних величин залишається на рівні контролю.

Для ріпаку різних сортів на початкових етапах розвитку рослин обидва використані біопрепарати мають приблизно однаковий вплив. І альбобактерин, і поліміксобактерин збільшують висоту рослин від 1 до 25%, площу поверхні листової пластинки — від 5 до 15%, масу вегетативної маси (у перерахунку на абсолютно суху) — від 11 до 20%. Активність азотфіксації збільшується в середньому в 1,5—2 рази.

Для соняшнику різних сортів кращий вплив має поліміксобактерин. Він збільшує висоту рослин від 15 до 22%, площу поверхні листової пластинки — від 2 до 28%, масу вегетативної маси (у перерахунку на абсолютно суху) — від

11 до 17%. Активність азотофіксації збільшується в 2—3 рази.

У результаті виявлення такого позитивного ефекту постало питання вивчення приживаності штамів *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB в кореневій зоні рослин ріпаку і соняшнику. Ці дослідження проводили в умовах вегетаційних і польових дослідів з використанням антибіотикостійких штамів *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB, які не відрізнялися від вихідних за основними морфолого-культуральними ознаками та за позитивним впливом на рослини, що попередньо також було перевірено у вегетаційному досліді.

Результати проведених дослідів свідчать про те, що внесені при сівбі з насінням бактерії *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB постійно присутні в ризосфері рослин ріпаку і соняшнику. Але кількість цих бактерій протягом вегетації змінюється. Так, на початку розвитку рослин чисельність мікроорганізмів *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB досить висока і становить відповідно $5,85 \cdot 10^5$ і $12,1 \cdot 10^4$ клітин бактерій на 1 г ґрунту. З початком активного росту рослин спостерігали дуже стрімке падіння чисельності мікроорганізмів *Achromobacter album* 1122 і *Bacillus polymyxa* KB — до $0,1 \cdot 10^5$ і $0,2 \cdot 10^4$ клітин бактерій на 1 г ґрунту відповідно. З подальшим розвитком рослин кількість цих бактерій збільшується на порядок, а далі протягом решти вегетаційного періоду змінюється в межах одного порядку. Тобто мікроорганізми, які є основою фосфоромобілізуючих препаратів альбобактерину і поліміксобактерину, присутні в ризосфері ріпаку і соняшнику протягом усього періоду вегетації цих рослин. Очевидно, це може мати вплив як на мікробіоту ризосфери використаних олійних культур, так і на самі рослини ріпаку і соняшнику.

Результати досліджень з визначення потенційної азотофіксуючої активності показали, що значення даного показника залежать від фаз розвитку рослин і від природи біопрепаратів.

Таблиця 1. Вплив препаратів на активність азотфіксації в ризоплані рослин ріпаку і соняшнику протягом вегетації

Культура	Варіант досліді	Активність азотфіксації, C ₂ H ₄ нмоль/г коренів за годину		
		Утворення суцвіття	Початок цвітіння	Молочна стиглість
Ріпак	Без бактеризації	22,52±2,3	120,00±11,3	40,38±9,3
	Альбобактерин	87,27±4,7	728,28±60,5	60,22±10,2
	Поліміксобактерин	80,84±4,5	645,71±51,3	52,81±9,5
Соняшник	Без бактеризації	15,63±3,1	353,33±25,3	83,20±7,5
	Альбобактерин	59,69±6,8	719,17±62,7	61,70±5,3
	Поліміксобактерин	70,00±7,2	2453,33±201,3	50,08±4,5

Таблиця 2. Вплив біопрепаратів на вміст хлорофілу в листі рослин ріпаку і соняшнику (фаза утворення суцвіття)

Культура	Варіант досліду	Кількість хлорофілів у листі рослин, мг/100 г		
		«а»	«в»	Сума хлорофілів
Ріпак	Без бактеризації	81,300±5,2	30,388±1,3	111,688
	Альбобактерин	97,547±6,8	51,789±2,7	149,366
	Поліміксобактерин	111,861±9,3	36,244±1,8	148,105
Соняшник	Без бактеризації	101,85±9,4	44,090±3,3	145,940
	Альбобактерин	103,75±8,5	44,515±3,1	148,265
	Поліміксобактерин	103,90±9,0	61,270±4,2	165,170

Таблиця 3. Вплив біопрепаратів на вміст фосфору і азоту у вегетативній масі ріпаку (молочна стиглість насіння)

Варіант досліду	Вміст фосфору, %		Вміст азоту, %	
	Стручки	Стебло	Стручки	Стебло
Без бактеризації	0,52	0,25	2,16	0,86
Альбобактерин	0,64	0,20	2,31	0,86
Поліміксобактерин	0,59	0,11	2,01	0,47
НІР ₀₅	0,02	0,02	0,08	0,08

Таблиця 4. Вплив біопрепаратів на вміст фосфору і азоту у вегетативній масі соняшнику (молочна стиглість насіння)

Варіант досліду	Вміст фосфору, %		Вміст азоту, %	
	Зелена маса	Коріння	Зелена маса	Коріння
Без бактеризації	0,41	0,17	1,80	0,86
Альбобактерин	0,42	0,18	1,97	0,87
Поліміксобактерин	0,49	0,23	1,81	0,86
НІР ₀₅	0,02	0,02	0,08	0,08

Для обох рослин (табл. 1) вже на початкових етапах їх розвитку активність азотфіксації у варіантах із застосуванням препаратів перевищує контроль. Ще більше, по відношенню до контролю активність азотфіксації при використанні препаратів зростає під час цвітіння рослин. Під кінець вегетації рослин (молочна стиглість насіння) значення активності азотофіксування у варіантах з використанням препаратів наближується до контролю. Тобто на ріпак альбобактерин і поліміксобактерин мають однаковий вплив, а для соняшнику більший вплив на активність азотфіксації має поліміксобактерин.

Отже, обидва біопрепарати мають позитивний вплив на азотфіксуючі мікроорганізми, збільшуючи їх активність, що позитивно впливає і на рослини.

Підвищення значень азотфіксуючої активності під впливом фосформобілізуючих бактерій можна пояснити або їх впливом на азотфіксатори, поліпшення їх фосфорного живлення, або впливом через рослину. Під дією біопрепаратів прискорюються метаболічні процеси в

рослині, що збільшує прикореневу зону рослин на зв'язані форми азоту і таким чином стимулює азотфіксуючу активність мікроорганізмів ґрунту.

Використані біопрепарати мають позитивний вплив і на фізіологічні процеси в рослині. У фазу утворення стебла визначали вміст хлорофілів у листі рослин ріпаку і соняшнику.

У ході досліджень з'ясовано (табл. 2), що обидва біопрепарати збільшують вміст хлорофілів у листі рослин ріпаку. Альбобактерин більшою мірою підвищує вміст хлорофілу *в*, тоді як поліміксобактерин більшою мірою збільшує вміст хлорофілу *а*. Для соняшнику лише поліміксобактерин дещо підвищує вміст хлорофілу *в*.

Отже, кращий вплив на рослини ріпаку і соняшнику за показником хлорофілу має поліміксобактерин.

Таке збільшення вмісту хлорофілів у листі рослин під впливом фосформобілізуючих препаратів можна пояснити поліпшенням фосфорного і азотного живлення рослин, адже фосфор і азот є тими хімічними елементами, які активно включаються в процес фотосинтезу і тим самим підвищують продуктивність рослин, що підтверджується подальшими дослідженнями.

Аналізи з визначення вмісту фосфору і азоту в рослинах проводили у фазу молочної стиглості насіння. Результати досліджень показали (табл. 3, 4), що у варіантах із застосуванням біопрепаратів фосфор і азот інтенсивніше включаються в метаболічні процеси, внаслідок чого відбувається активний його відтік із коренів в надземну масу, із стебла в генеративні органи. Так, вміст фосфору в стручках ріпаку при застосуванні альбобактерину збільшується на 0,12%, при застосуванні поліміксобактерину — на 0,07% порівняно з контролем. У зеленій масі соняшнику вміст фосфору збільшується на 0,01—0,08%, вміст азоту — на 0,01—0,06% порівняно з контролем.

При визначенні вмісту цих елементів у насінні рослин під час воскової стиглості вста-

Таблиця 5. Вплив препаратів на урожайність та олійність насіння ріпаку і соняшнику

Культура	Варіант досліджу	Урожайність, ц/га			Олійність, %		
		2000 р.	2001 р.	2002 р.	2000 р.	2001 р.	2002 р.
Ріпак	Без бактеризації	9,0	13,1	15,5	39,5	39,28	41,28
	Альобактерин	11,8	15,1	18,1	40,0	39,87	42,73
	Поліміксобактерин	9,4	15,5	19,4	39,5	40,32	41,20
	НІР ₀₅	0,7	1,2	1,5	0,20	0,30	0,50
Соняшник	Без бактеризації	36,2	32,0	39,8	44,00	43,06	50,24
	Альобактерин	39,0	38,4	44,2	45,50	44,39	53,16
	Поліміксобактерин	43,0	40,0	51,1	47,50	43,70	51,18
	НІР ₀₅	2,2	2,5	2,3	0,50	0,30	0,45

Таблиця 6. Вплив препаратів на валовий збір олії ріпаку і соняшнику

Культура	Варіант досліджу	Валовий збір олії					
		2000 р.		2001 р.		2002 р.	
		кг/га	Δ, %	кг/га	Δ, %	кг/га	Δ, %
Ріпак	Без бактеризації	355,5	—	514,5	—	639,8	—
	Альобактерин	470,0	32,0	602,0	17,0	773,4	20,9
	Поліміксобактерин	371,3	4,4	625,0	21,5	799,2	24,9
Соняшник	Без бактеризації	1595,0	—	1377,9	—	1999,6	—
	Альобактерин	1774,5	11,3	1704,6	23,7	2349,7	17,5
	Поліміксобактерин	2042,5	28,0	1748,0	26,8	2615,3	30,8

новлено, що для ріпаку підвищенню вмісту фосфору на 0,03—0,05% і азоту на 0,05—0,07% сприяють обидва біопрепарати, тоді як для соняшнику вміст фосфору на 0,01—0,04% і азоту на 0,20—0,26% в насінні збільшується лише під впливом поліміксобактерину.

Поліпшення фосфорного і азотного живлення рослин під впливом використаних біопрепаратів сприяло суттєвому збільшенню урожайності ріпаку і соняшнику і поліпшенню якості насіння. Так, урожайність ріпаку під впливом альобактерину збільшується на 2,0—2,8 ц/га, олійність — на 0,5—1,5%, під впливом поліміксобактерину урожайність збільшується на 0,4—3,9 ц/га, олійність — на 1,0% (табл. 5).

Урожайність соняшнику під впливом альобактерину і поліміксобактерину збільшується відповідно на 2,8—6,4 ц/га і 6,8—11,3 ц/га, олійність — на 1,3—2,9% і 0,6—3,5% (див. табл. 5).

Отже, для соняшнику кращим препаратом є поліміксобактерин, адже він найкраще впливає на процеси розвитку рослин, формування і якості урожаю (табл. 6). Тоді як для ріпаку можливе застосування обох біопрепаратів, адже на урожай ріпаку кращий вплив має поліміксобактерин, на олійність — альобактерин, а дані по валовому збору ріпакової олії при застосуванні обох біопрепаратів майже однакові (див. табл. 6).

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що фосформобілізуючі пре-

парати альобактерин і поліміксобактерин позитивно впливають на рослини ріпаку і соняшнику: вони швидше ростуть і розвиваються, поліпшуються їх фосфорне і азотне живлення, фізіологічний стан, підвищується урожайність та поліпшується якість насіння.

Отже, проведені дослідження свідчать про перспективність використання фосформобілізуючих препаратів у технології вирощування олійних культур: альобактерину і поліміксобактерину при вирощуванні ріпаку, поліміксобактерину — при вирощуванні соняшнику.

РЕЗЮМЕ. Изучали влияние фосформобилизующих препаратов альобактерина и полимиксобактерина на рост и развитие растений рапса и подсолнечника в условиях вегетационных и полевых опытов. Установлено, что использованные биопрепараты улучшают фосфорное и азотное питание растений, их физиологическое состояние, что способствует увеличению урожайности и улучшению качества семян.

SUMMARY. The influence of the phosphorus-mobilizing preparations of albobacteryn and polymyxobacteryn on rape and sunflower plants growth and maturity has been studied in vegetative and field experiments. The investigations have showed that those biopreparations improve the phosphorus and nitrogen nutrition of the plants, their physiological state. It helps to increase harvest and improve its quality.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Оверченко Б. Урожайність соняшнику та шляхи її підвищення // Пропозиція. — 1999. — № 5. — С. 22—25.

2. Перспективи вирощування та переробки ріпаку в Україні / Тематичне досьє до регіональної інноваційної програми розвитку Чернігівської області на 1998—2000 роки. — Чернігів, 1998. — 78 с.
3. Щербаков В., Фесенко І., Неруцький С. Перспективи виробництва ріпаку в Україні // Пропозиція. — 1999. — № 11. — С. 29—30.
4. Пат. 2035442 Российская Федерация, МКИ⁶ С0 5 11/08, С 12 1/20. Штамм бактерий *Achroetobacter albus* для изготовления препарата, повышающего сахаристость и урожай сахарной свеклы // Л. Н. Токмакова, В. И. Канивец, Ю. Н. Мельмука. — Оpubл. 20.05.95. — Бюл. № 14.
5. Пат. 2035507 Российская Федерация, МКИ⁶ С0 5 11/08, С 12 1/20. Штамм бактерий *Bacillus pouluxii* для производства стимулятора роста сахарной свеклы // В. И. Канивец, Л. Н. Токмакова, Ю. Н. Мельмука. — Оpubл. 20.05.95. — Бюл. № 14.
6. Методы общей бактериологии / Под ред. Ф. Гергхардта: Пер с англ. — М.: Мир, 1984. — Т. 2. — 466 с.
7. Методичні рекомендації по визначенню активності азотофіксації в ґрунті та кореневій зоні рослин ацетиленовим методом. — Чернігів, 1997. — 15 с.
8. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. — К.: Наукова думка, 1973. — 592 с.
9. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Введ. 3.02.97.
10. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Введ. 15.05.93.
11. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье Методы определения сырого жира. Введ. 8.03.97.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1973. — 335 с.

УДК 631.95:539.16.001:573

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ РАДИОНУКЛИДА ¹³⁷Cs В СИСТЕМЕ ПОЧВА—РАСТЕНИЕ

Н. М. Протас, Л. И. Шпинар,
И. И. Ясковец

Институт агроэкологии и биотехнологии УААН, Киев

Путем рассмотрения реакций между микроэлементом Cs с минеральной компонентой почвенного поглощающего комплекса (ППК) и с обменным комплексом корневой системы (КС) растения найдены концентрационные соотношения между содержанием радионуклида ¹³⁷Cs (R) в растении, почвенном растворе (Cr) и в твердой фазе (R_р) как функции концентрации его химического аналога макроэлемента (M). Показано, что в результате конкурирующего взаимодействия между радионуклидом и его аналогом — макроэлементом величина Cr — всегда убывающая функция концентрации M, в то время как R_р, в зависимости от соотношения между энергиями связи M с ППК и КС, может и увеличиваться и уменьшаться.

Введение. Одним из наиболее значущих радионуклидов на больших территориях в постчернобыльский период является ¹³⁷Cs. Концентрация радиоцезия в окружающей среде очень низка и в обрабатываемой почве равна приблизительно 10⁻¹³—10⁻¹² моль/дм³ при поверхностном загрязнении территории 1—10 Ки/км². Такие «следовые» количества радиоцезия в неорганических почвах удерживаются минеральными частицами. В результате реакций типа сорбция — десорбция между ионами Cs в локализованном состоянии на минеральных частицах и находящимися в

почвенном растворе устанавливается соотношение, характеризующее коэффициентом распределения K_d, которое контролируется энергией связи Cs с минеральными частицами, энергией гидратации и имеющимися в почве макроэлементами — химическими аналогами Cs. При наличии растений это соотношение изменяется в виду захвата ионов Cs и макроэлементов корневой системой. Количество ионов, перешедших в растения, будет определяться не только упомянутым выше коэффициентом распределения радиоцезия, но и его сродством к растению.

Интенсивность перехода радионуклидов ¹³⁷Cs из почвы в растения определяется, помимо соотношения между различными химическими формами радионуклидов R в твердой фазе почвы и почвенном растворе, сорбционной и фиксирующей способностью почвы, а также особенностями растений. Катионный состав почвенного раствора также влияет на процессы взаимодействия R с почвенным поглощающим комплексом (ППК) и корневой системой (КС) растений, в частности катионы макроэлемента M, конкурирующие с R за одни и те же места локализации на корневой системе S и на минеральной компоненте ППК-Р.

Количественной характеристикой интенсивности перехода радионуклидов из почвы в растения является коэффициент накопления Tr, определяемый как отношение содержания

© Н. М. ПРОТАС, Л. И. ШПИНАР, И. И. ЯСКОВЕЦ, 2003