



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.82/87+631.461+633.
358+579.64:631.461+631.
524.84
© 2017

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РИЗОСФЕРІ РОСЛИН ГОРОХУ ЗА ВПЛИВУ ДОБРИВ І РИЗОГУМІНУ

В.В. Волкогон,
член-кореспондент НААН,
доктор сільсько-
господарських наук

Л.М. Токмакова,

К.І. Волкогон,

А.О. Трепач,

кандидати сільсько-
господарських наук

М.А. Журба

Інститут
сільськогосподарської
мікробіології та
агропромислового
виробництва НААН

Мета. Дослідити вплив добрив і мікробного препарату ризогумін на мікробіологічні процеси в ризосфері рослин гороху та урожайність культури. **Методи.** Польові дослідження, мікробіологічні та біохімічні методи досліджень. **Результати.** Сприятливі для розвитку агрономічно цінних мікроорганізмів за вирощування гороху на чорноземі вилуженому та формування урожайності культури є післядія гною, а також норми внесення мінеральних добрив, які не перевищують $N_{60} P_{60} K_{60}$. Ефективним є використання ризогуміну. Вплив біопрепарату на формування урожайності гороху у досліді еквівалентний дії мінеральних добрив у нормі $N_{30} P_{30} K_{30}$. **Висновки.** Технологія вирощування гороху має обов'язково включати передпосівну бактеризацію. За вирощування культури на чорноземі, вилуженому оптимальними за еколого-економічними показниками агрофонами, є післядія гною, застосування мінеральних добрив у нормах, які не перевищують $N_{60} P_{60} K_{60}$.

Ключові слова: горох, азотфіксація, бактерії фосфатмобілізувальні, добрива, чорнозем.

У системі ґрунт — мікроорганізми — рослина бактерії та мікроміцети є незамінною і невід'ємною складовою. Коріння перебуває в оточенні мікроорганізмів, які є своєрідним трофічним посередником між ґрунтом і рослинним організмом. Саме тому рослина, що забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів, одержує повноцінне живлення, значною мірою — захист від патогенів і, як наслідок, реалізує генетичний потенціал урожайності [1–4].

Ця інформація свідчить про можливість регулювання ґрунтового-мікробіологічних

процесів з метою оптимізації продукційного процесу культурних рослин, виробництва сільськогосподарської продукції високої якості [5, 6]. Одним із технологічних чинників поповнення ґрунтів корисною мікробіотою є застосування сучасних мікробних препаратів [7–10].

Особливо важливим є використання біопрепаратів у технологіях вирощування бобових культур, оскільки додаткова інтродукція в агроценози активних конкурентоспроможних бульбочкових бактерій здатна забезпечити формування і функціонування

високоактивних азотфіксувальних рослинно-бактеріальних симбіозів та істотно вплинути на азотний метаболізм рослинного організму [5].

Проте позитивний вплив мікробних препаратів у виробництві доволі часто нівелюється внаслідок неврахування особливостей взаємодії мікроорганізмів з рослиною. Так, зокрема, наявність у ґрунті надлишкових мінеральних сполук азоту негативно впливає на функціонування бобово-ризобіальних симбіозів. Водночас використання добрив у межах фізіологічної доцільності може забезпечити зростання активності азотфіксації, а також інших ґрунтово-мікробіологічних процесів, важливих для рослин [11]. Аналогічна ситуація може виникати з функціонуванням фосфатмобілізувальних мікроорганізмів.

Мета досліджень — дослідити вплив добрив і передпосівної інокуляції насіння на мікробіологічні процеси в ризосфері рослин гороху та урожайність культури.

Методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2013–2015 рр. на чорноземі вилуженому ($pH_{\text{con}} = 5,2$; уміст гумусу — 3,01 %; азоту, що легко гідролізується, — 109 мг/кг; рухомих форм фосфатів (P_{2O_5}) — 168 мг/кг (за Кирсановим); уміст обмінного калію (K_2O) (за Кирсановим) — 58 мг/кг ґрунту) дослідного поля Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН в умовах стаціонарного польового дослідження (короткоротаційна сівоzmіна: картопля — ячмінь — горох — пшениця озима) за різних систем удобрення. Дослід передбачав вирощування гороху сорту Девіз — без бактеризації та за використання мікробного препарату ризогумін. Удобрення гороху в обох варіантах передбачало внесення мінеральних добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$. Досліджували також ефект 2-го року післядії 40 т/га гною і органо-мінерального удобрення (післядія 40 т/га гною + $N_{30}P_{30}K_{30}$). Органічні добрива вносили під картоплю. Площа дослідної ділянки становила 86,4 м² (7,2×12,0), повторність дослідження — 4-разова.

Бактеризацію насіння проводили згідно з СОУ 01.11-37-782 [12] за використання мікробного препарату ризогумін (ТУ У 24.1-00497360-007). Ризогумін є препаратом комплексної дії, включає, крім активного штаму бульбочкових бактерій гороху, також

фізіологічно активні речовини природного походження та комплекс бактерій, зокрема фосфатмобілізувальних.

У динаміці проводили підрахунок бульбочок на корінні рослин гороху та визначали їхню масу. Активність процесу симбіотичної азотфіксації досліджували за методом з використанням ацетилену [13], користуючись закритими камерами [14]. Як камери використовували пластикові відра об'ємом 10 л, у дні робили отвір, у який вмонтовували гумову пробку для відбору газів. Камери заглиблювали в ґрунт на 5 см. Для кращої ізоляції системи і запобігання втратам газів, що накопичувались у камерах, навколо них робили «водяну пробку». У середину камери ставили бюкс з водою, до якого перед початком експозиції додавали кальцій карбід. Термін експозиції — 3 год.

Газові проби аналізували на газовому хроматографі «Chrom-5» з полум'яно-іонізаційним детектором. Сорбційні колонки зі сталі заповнювали сорбентом РагаракQ 60–80 mesh. Температура термостату становила 40°C. Витрата газів: водню — 15 см³/хв, азоту — 100, повітря — 500 см³/хв.

Чисельність бактерій, здатних до розчинення мінеральних сполук фосфору та гідролізу органофосфатів ґрунту, визначали на поживному середовищі Муромцева, фосфатазну активність — за методом Геллера і Гінзбурга, вміст фосфору в зерні — за методом Деніже в модифікації Бувать'є [15]. Уміст білка в зерні визначали згідно з ДСТУ 7169 [16]. Проведення дослідів та облік урожаю — за Доспеховим [17]. Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали, використовуючи дисперсійний аналіз [18] і комп'ютерну програму (Microsoft Office Excel 2003 — 2007).

Результати досліджень. Дослідження нодуляційної активності гороху залежно від особливостей удобрення свідчить про зростання чисельності азотфіксувальних бульбочок за внесення мінеральних добрив у нормах, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$. Висока норма туків, післядія гною та органо-мінеральне удобрення не забезпечували позитивних змін у формуванні бульбочок. За впливу ризогуміну нодуляційна активність зростає практично у всіх досліджуваних варіантах удобрення. Винятком є варіант з найвищою нормою мінеральних добрив (табл. 1). У цьому варіанті

1. Формування симбіотичного азотфіксувального апарату гороху за дії добрив і ризогуміну (2014 р.)

Варіант дослідю	Чисельність бульбочок, од./рослину			Маса бульбочок, мг/рослину		
	фаза бутонізації	фаза цвітіння	фаза утворення бобів	фаза бутонізації	фаза цвітіння	фаза утворення бобів
<i>Без інокуляції</i>						
Без добрив, контроль	19,0	24,6	29,3	131,00	176,33	190,67
40 т/га ґною (післядія)	21,2	22,3	32,6	125,67	140,67	224,67
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	25,0	32,0	40,0	174,67	205,67	311,00
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,3	27,7	38,0	148,67	188,00	301,67
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	19,3	22,6	37,7	120,00	148,67	298,33
40 т/га ґною (післядія) + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22,0	25,7	32,6	131,33	173,67	256,00
<i>З ризогуміном</i>						
Без добрив	30,0	35,7	37,3	199,3	237,00	286,33
40 т/га ґною (післядія)	22,3	28,3	39,0	132,00	184,67	275,00
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32,7	37,5	43,0	246,67	314,00	320,67
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,3	34,0	41,3	207,67	281,00	311,67
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,3	24,3	42,0	161,00	176,00	317,67
40 т/га ґною (післядія) + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	27,7	29,0	38,0	164,00	214,33	293,67
НІР ₀₅ по дослідю	5,3	4,0	5,2	18,0	24,3	22,0
Для агрофонів	3,7	2,1	2,6	9,2	13,3	12,0
Для біопрепарату і взаємодії	2,6	2,0	2,6	9,0	12,6	11,0

лише у фазі утворення бобів спостерігали зростання чисельності бульбочок.

Маса бульбочок була найбільшою також у варіантах з внесенням мінеральних

добрив у невисоких нормах (див. табл. 1). Найвища кількість туків у досліді лише наприкінці вегетаційного періоду забезпечувала зростання показників. Одним із

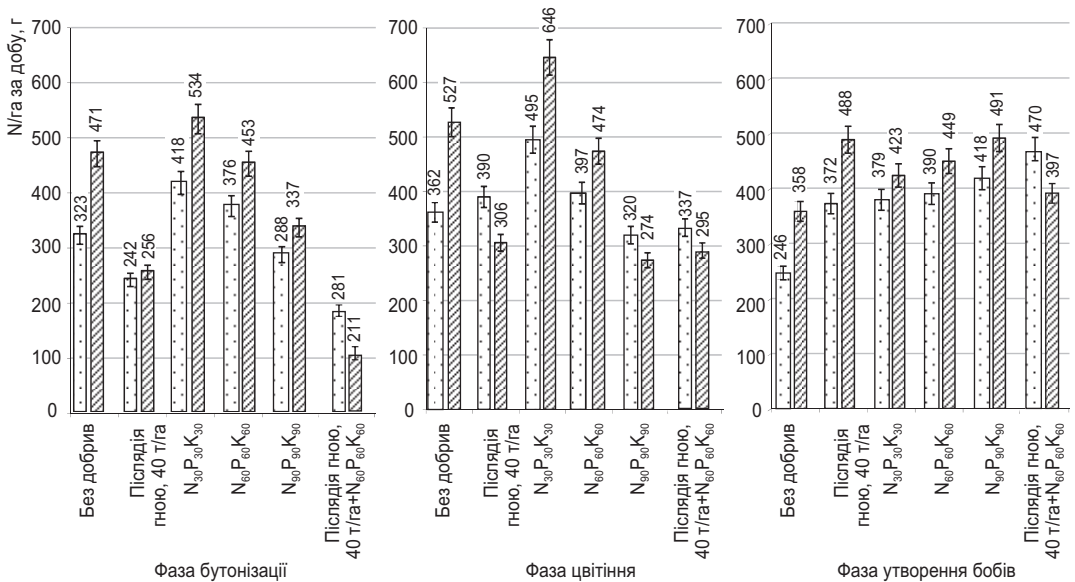


Рис. 1. Динаміка нітрогеназної активності в агроценозах гороху за дії добрив і біопрепарату (2014 р.): □ – без бактеризації; ▨ – ризогуміном

2. Сумарна продуктивність азотфіксації в агроценозах гороху за дії добрив і ризогуміну

Варіант дослідю	Азот, кг/га						Середнє значення за 3 роки	
	2013 р.		2014 р.		2015 р.			
	Без інокуляції	з ризогуміном	Без інокуляції	з ризогуміном	Без інокуляції	з ризогуміном	Без інокуляції	з ризогуміном
Без добрив, контроль	25,83	35,19	28,20	39,17	27,77	37,35	27,26	37,24
Гній, 40 т/га (післядія)	39,21	37,62	28,17	29,57	26,08	32,03	31,15	33,07
$N_{30}P_{30}K_{30}$	39,00	46,80	36,15	45,72	36,82	46,22	37,32	46,25
$N_{60}P_{60}K_{60}$	39,60	44,91	33,55	39,40	33,80	40,54	35,65	41,61
$N_{90}P_{90}K_{90}$	29,19	36,57	29,07	30,45	32,03	32,91	30,10	33,31
40 т/га гною (післядія) + $N_{30}P_{30}K_{30}$	32,76	34,77	31,32	26,17	27,06	33,9	30,38	31,61

найвпливовіших чинників на формування маси бульбочок у досліді є ризогумін.

Ці особливості формування симбіотичного азотфіксувального апарату підтверджуються і в інші роки проведення досліджень.

Визначення активності симбіотичної азотфіксації в динаміці також свідчить про чітку залежність показників від особливостей удобрення гороху (рис. 1). Так, у фазах бутонізації та цвітіння найвища активність процесу спостерігалася у варіантах із внесенням мінеральних добрив у нормах, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$. Застосування біологічного препарату по фонах невисокої та середньої в досліді норм добрив ще більшою мірою сприяє активізації процесу.

У варіантах з післядією органічного добрива, з органо-мінеральним удобренням і за внесення найбільшої норми мінеральних добрив у 1-й фазі досліджень виявлено зниження активності процесу порівняно до контролю. У фазі цвітіння відновлювалася активність у варіанті з післядією гною. Наприкінці вегетаційного періоду у всіх варіантах з удобренням активність азотфіксації є вищою за контрольні показники. Водночас, як правило, ризогумін забезпечує зростання активності. Схожі особливості впливу добрив і передпосівної інокуляції спостерігали і в інші роки проведення досліджень. Отже, вирощування гороху на чорноземі вилуженому по фонах мінеральних добрив, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$, та використання біологічного

препарату ризогумін забезпечують оптимальні умови для формування і функціонування бобово-ризобіального азотфіксувального симбіозу.

Розрахунки сумарної продуктивності азотфіксації за вегетаційні періоди гороху у 2013–2015 рр. свідчать про позитивний вплив інокуляції, особливо у варіанті з найменшою та середньою нормами мінеральних добрив (табл. 2). У варіанті без добрив ризогумін сприяє збільшенню продуктивності азотфіксації на 36,6% порівняно до контролю. Проте найвищі показники виявлено за застосування мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$. Деяко нижчим (проте більшим за показники варіантів без добрив) є азотнакопичення за застосування ризогуміну по фону $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Застосування ризогуміну по оптимальних агрофонах дає змогу збільшити продуктивність азотфіксації у 1,2–1,3 раза.

Під час досліджень формування популяцій мікроорганізмів, що розчиняють мінеральні форми фосфатів, встановлено, що за винятком високої норми туків усі інші варіанти удобрення стимулюють їх розвиток (рис. 2). У всіх без винятку варіантах ризогумін сприяв зростанню чисельності представників досліджуваної групи мікроорганізмів. Значною мірою це пояснюється тим, що до складу препарату, крім бульбочкових бактерій, входять також і фосфатомобілізатори.

Застосування біопрепарату сприяє істотному зростанню чисельності бактерій,

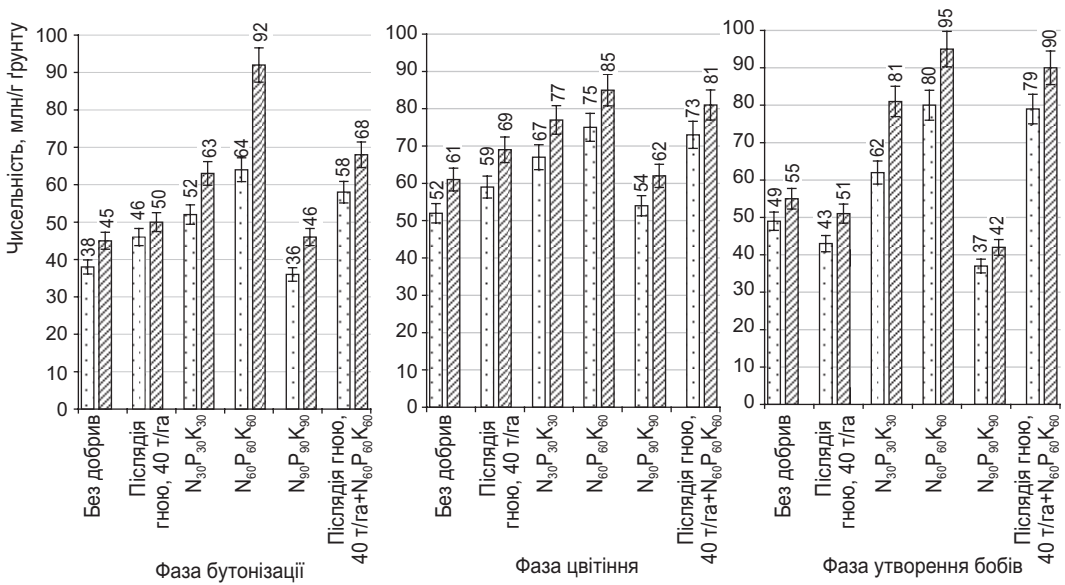


Рис. 2. Вплив бактеризації та добрив на чисельність бактерій, що розчиняють мінеральні форми фосфатів, у ризосфері рослин гороху: □ — без бактеризації; ▨ — ризогумін

що гідролізують органічні фосфати, по всіх досліджених агрофонах. Вірогідно, це має опосередковану дію — через активізацію розвитку рослин і збільшення об'ємів рослинних метаболітів у корневих сферах (рис. 3). Лише у фазі формування бобів

у варіантах з ризогуміном виявлено чітке зниження чисельності досліджуваних бактерій (за винятком варіанта з високою нормою мінеральних добрив). Ми пояснюємо це тим, що бактеризовані рослини інтенсивніше розвиваються і фази органогенезу в них

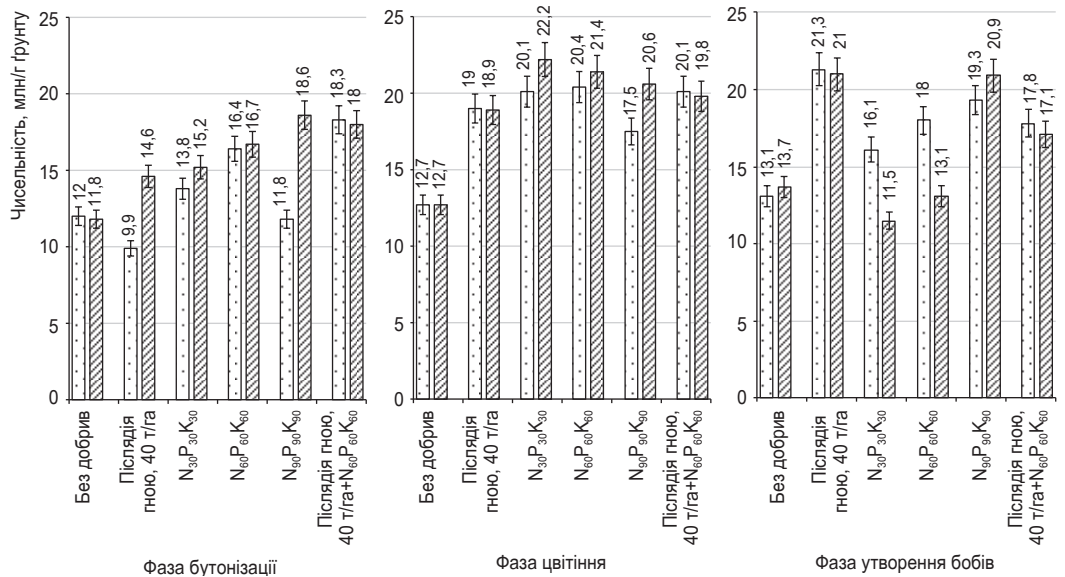


Рис. 3. Вплив бактеризації та добрив на чисельність бактерій, що розчиняють органічні форми фосфатів, у ризосфері рослин гороху: □ — без інокуляції; ▨ — ризогумін

3. Вплив добрив і ризогуміну на урожайність гороху

Варіант дослідю	Урожайність, т/га (середнє за роки досліджень)	Приріст			
		від добрив*		від бактеризації	
		т/га	%	т/га	%
<i>Без бактеризації</i>					
Без добрив (контроль)	2,2	–	–	–	–
Післядія 40 т/га гною	2,5	0,3	13,6	–	–
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,7	0,5	22,7	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,1	0,9	40,9	–	–
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,2	1,0	45,5	–	–
Післядія 40 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,0	0,8	36,4	–	–
<i>З ризогуміном</i>					
Без добрив	2,5	–	–	0,3	13,6
Післядія 40 т/га гною	2,8	0,6*	27,3	0,3	12,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,2	1,0*	45,5	0,5	18,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,5	1,3*	59,1	0,4	12,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,6	1,4*	63,6	0,4	12,5
Післядія 40 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,4	1,2*	54,5	0,4	13,3
НІР ₀₅ по дослідю	0,29				
для агрофонів	0,18				
для інокуляції та взаємодії	0,13				
* У т.ч. від взаємодії з препаратом.					

відбуваються дещо швидше. На користь цього припущення свідчить деяке збільшення кількості бактерій у варіанті з N₉₀P₉₀K₉₀. Інтенсивне мінеральне живлення рослин

за використання високої норми туків сприяє подовженню вегетації, тому біопрепарат позитивно діє на розвиток фосфатмобілізаторів у цьому випадку.

4. Вплив добрив і передпосівної бактеризації на вміст фосфору та білка в зерні гороху (2014 р.)

Варіант дослідю	Уміст P ₂ O ₅ , %	Уміст білка, %
<i>Без інокуляції</i>		
Без добрив (контроль)	1,26±0,02	22,2±0,3
Післядія 40 т/га гною	1,31±0,02	23,6±0,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,20±0,01	23,5±0,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,33±0,02	24,3±0,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,29±0,01	23,3±0,4
Післядія 40 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,34±0,02	23,9±0,3
<i>Інокуляція ризогуміном</i>		
Без добрив	1,29±0,02	22,4±0,2
Післядія 40 т/га гною	1,45±0,02	23,9±0,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,46±0,02	24,0±0,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,44±0,02	24,8±0,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,66±0,02	24,0±0,2
Післядія 40 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,58±0,02	24,4±0,3

Ці особливості загалом підтверджено дослідженнями, проведеними в інші роки, а також результатами визначення фосфатної активності в ризосферному ґрунті рослин гороху. При цьому активність фосфатази тісно корелює з чисельністю фосфатмобілізувальних бактерій, здатних до гідролізу органічних форм фосфатів.

Оцінюючи вплив варіантів удобрення на формування урожайності гороху протягом 2013–2015 рр., виявлено невисоке зростання продуктивності по фоні післядії гною — на 0,3 т/га (табл. 3). Проте застосування ризогуміну сприяло подвоєнню показника (0,6 т/га, або на 27,3%). Враховуючи низьку собівартість виробництва за цих умов, привабливість агрофону стає очевидною.

Зі збільшенням агрохімічного навантаження урожайність зерна гороху зростає, хоча віддача урожаю кожної наступної в досліді норми добрив знижується. Ризогумін значно підвищує ефективність мінеральних добрив. Найбільше це виявляється за використання біопрепарату по фоні внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$. Дія препарату на продуктивність культури по цих агрофонах еквівалентна впливу добрив у нормі не меншій за $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Бактеризація гороху сприятливо впливає на якість зерна. Так, зокрема, зростає вміст фосфору та білка (табл. 4).

Аналізуючи показники врожайності та якості зерна, можна визначити лише економічну привабливість досліджуваних чинників. Проте нині надзвичайно важливим є встановлення безпечних норм використання агрохімікатів, зокрема мінеральних добрив. Враховуючи, що розвиток мікроорганізмів у кореневій зоні рослин, а також інтенсивність процесів, які вони здійснюють, можуть бути показниками екологічної доцільності агрозаходів (наприклад, азотфіксувальні бактерії не зв'язують азот атмосфери за надлишку мінеральних сполук азоту в середовищі [18]), слід дійти висновку про еколого-економічну доцільність вирощування гороху на чорноземі вилуженому за використання мінеральних добрив у нормах, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$. Безперечно, вигідним щодо цього є також вирощування культури по фоні післядії гною за використання ризогуміну. За цих умов приріст урожайності відносно невисокий, проте низька собівартість (практично без витрат на добрива та їх унесення) забезпечує привабливість агрофону. За високої норми туків потенціал азотфіксації не реалізується, розвиток фосфатмобілізувальних мікроорганізмів обмежений, приріст урожаю також відносно низький порівняно з меншими нормами мінеральних добрив.

Висновки

У процесах оптимізації перебігу важливих ґрунтово-мікробіологічних процесів за вирощування гороху на чорноземі вилуженому велике значення має передпосівна інокуляція насіння за використання біопрепарату ризогумін. Оптимальним за

впливом на продукційний процес є вирощування культури по фонах мінеральних добрив у нормах, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$, та післядії гною. Посадження цих агрофонів з ризогуміном сприяє істотному зростанню ефективності виробництва.

Бібліографія

1. Тихонович И.А. Специфичность взаимодействия бактерий и растений как пример образования интегрированных генетических систем//Проблемы экспериментальной ботаники: V Купревичские чтения. — Минск: Тэхналогія, 2006. — С. 5–49.
2. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов/А.И. Шапошников, А.А. Белимов, Л.В. Кравченко, Д.М. Виванко// Сельскохозяйственная биология. — 2011. — № 3. — С. 16–22.

3. Биорегуляция микробно-растительных систем; под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. — К.: Нічлава, 2010. — 464 с.
4. Гадзало Я.М. Агробиология ризосферы растений/Я.М. Гадзало, Н.В. Патыка, А.С. Заришняк. — К.: Аграр. наука, 2015. — 386 с.
5. Біологічний азот/В.П. Патики, С.Я. Коць, В.В. Волкогон та ін.; за ред. В.П. Патики. — К.: Світ, 2003. — 424 с.
6. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроекосистеми/І.К. Курдиш. — К.: Наук. думка, 2010. — 197 с.

7. *Bashan Y.* Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture/*Y. Bashan, H. Levanony*//*Can. J. Microbiol.* — 1990. — 36, № 9. — P. 591–601.

8. *Биопрепараты* в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве/*И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь* и др.; отв. ред. *И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов.* — М., 2005. — 154 с.

9. *Мікробні* препарати у землеробстві, теорія і практика/*В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська* та ін.; за ред. *В.В. Волкогона.* — К.: Аграр. наука, 2006. — 312 с.

10. *Новые* технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия; под ред. *А.А. Завалина, А.П. Кожемякова.* — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. — 64 с.

11. *Волкогон В.В.* Биологическая трансформация азота/*В.В. Волкогон.* — Palmarium Academic Publishing, 2013. — 117 p.

12. *Насіння* зернових та зернобобових культур. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів. Загальні вимоги: СОУ 01.11-37-782:2008. — [Чинний від 2009-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України,

2009. — 18 с. — (Національні стандарти України).

13. *Методы* почвенной микробиологии и биохимии/*И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Б.А. Бызов* и др.; под ред. *Д.Г. Звягинцева.* — М.: МГУ, 1991. — 304 с.

14. *The acetylene-ethylene* eassay for N₂-fixation: Laboratory and field evaluation/*R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Burns*//*Plant Physiol.* — 1968. — V. 43, № 8. — P. 1185–1207.

15. *Експериментальна* ґрунтова мікробіологія/*В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова* та ін.; за ред. *В.В. Волкогона.* — К.: Аграр. наука, 2010. — 464 с.

16. *Корми, комбікорми, комбікормова сировина.* Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну: ДСТУ 7169:2010. — [Чинний від 2011—07—01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2011. — 18 с. (зі скасуванням в Україні ГОСТ 13496.4–93).

17. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований/*Б.А. Доспехов.* — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

18. *Львов Н.П.* Молибден в ассимиляции азота у растений и микроорганизмов/*Н.П. Львов.* — М.: Наука, 1989. — 135 с.

Надійшла 26.08.2016.