

УДК: 631.58/631.8

ФУНКЦІОНУВАННЯ АЗОТФІКСУВАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ЗА РІЗНИХ ВИДІВ І РІВНІВ УДОБРЕННЯ

Л. В. Центило

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15; м. Київ, 03041, Україна; e-mail: agrokolos@i.ua

У польовому тривалому досліді на чорноземі типовому впродовж п'яти років досліджували ефективність видів і норм добрив та передпосівної бактеризації насіння гороху сорту Стартер на формування і функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи, урожайність культури та вміст білка в зерні. Доцільним у технологіях вирощування гороху є внесення мінеральних добрив у нормах, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$. Використання в системі удобрення культур сівозміни гною, компосту та органо-мінерального удобрення позитивно позначається на продуктивності гороху. Важливим агроприйомом, що сприяє підвищенню урожайності культури і, особливо, покращенню якості продукції, є передпосівна бактеризація насіння.

Ключові слова: горох, мінеральні та органічні добрива, передпосівна бактеризація, Ризогумін.

Горох — традиційна зернова культура зони Лісостепу. Вирощують його як продовольчу і кормову культуру у зв'язку з високим вмістом білків, крохмалю, цукрів, жирів, вітамінів та мінеральних речовин у зерні. Горох є гарним попередником для інших сільськогосподарських культур у сівозміні, у той же час, формує добрі врожаї після різних культур (виключенням є зернобобові культури та багаторічні трави через наявність спільних шкідників і хвороб, та господарі збудників склеротиніозу, наприклад, соняшник).

Проте останнім часом площі під горохом в Україні скорочуються. Причиною цього є відносно невисокі рівні урожайності культури в господарствах та інтенсивний розвиток соєсіяння.

Слід зазначити, що продуктивність гороху значною мірою залежить від особливостей азотного живлення рослин. Важливу роль у цьому відіграють симбіотичні азотфіксувальні бактерії, які формують на коренях специфічні утворення — бульбочки, в яких відбувається фіксація атмосферного азоту. За відсутності активних симбіонтів рослини гороху не здатні засвоювати азот

атмосфери. Відповідно, в цих умовах горох стає культурою, яка використовує азот із ґрунту. У той же час, застосування надлишкових для формування і функціонування рослинно-бактеріальних симбіозів норм мінерального азоту нівелює діяльність бактерій навіть за їх високої чисельності в ґрунті [1]. Отже, активізація азотфіксувального симбіозу та використання добрив у межах, що не перешкоджають його діяльності, і водночас позитивно впливають на продуктивність культури, є необхідним у технологіях вирощування гороху.

У зв'язку з цим, метою наших досліджень було з'ясування можливостей реалізації продукційного потенціалу гороху за різних видів і норм добрив та використання біологічного препарату.

Матеріали й методи. Дослідження проводили у 2011–2015 рр. в умовах стаціонарного польового досліді Національного університету біоресурсів і природокористування України та Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на чорноземі типовому (вміст гумусу — 4,04 %; азоту легкогідролізованого — 21,7 мг/кг; обмінного K_2O —

22,6 мг/кг; P₂O₅ — 52,5 мг/кг; рН_{сол.} — 5,37). Дослід розміщено у ТОВ «Агрофірма КОЛОС», Сквирський р-н Київської обл. Горох сорту Сталкер вирощували у сівозміні: горох – пшениця озима – ріпак озимий – соя – люцерна – кукурудза.

У досліді передбачено два рівноцінні блоки варіантів — без бактеризації і з передпосівною бактеризацією насіння.

Варіанти удобрення культури такі:

1. Без добрив, контроль;
2. N₃₀P₃₀K₃₀;
3. N₆₀P₆₀K₆₀;
4. N₉₀P₉₀K₉₀;
5. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀;
6. Другого року післядія підстилкового гною ВРХ (50 т/га);
7. Другого року післядія підстилкового гною ВРХ (25 т/га) + N₃₀P₃₀K₃₀;
8. Другого року післядія біокомпосту (25 т/га);
9. Пожнивні рештки кукурудзи, 8 т/га.

Повторність досліді чотириразова, загальна площа однієї ділянки — 200 м², облікова — 160 м². Розміщення ділянок — системне.

Для передпосівної бактеризації насіння гороху використовували мікробний препарат Ризогумін (ТУ У 24.1-00497360-003:2007).

Як компост використовували продукт біоконверсії гною, отриманий за розробленим нами способом за використання аератора РТ-120 та суспензії мікроорганізмів (в Держпатент України представлено заявку на винахід).

У досліді у фазу цвітіння визначали чисельність бульбочок на коренях рослин, їх сиру масу та активність азотфіксації ацетиленовим методом [2]. Газохроматографічні аналізи інтенсивності відновлення С₂Н₂ до С₂Н₄ проводили в лабораторії ґрунтової мікробіології Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Проводили облік урожаю подільанково прямим комбайнуванням. Вміст білка у зерні визначали фотометрично згідно ДСТУ [3].

Статистичну обробку одержаних результатів проводили за Б. Доспеховим, використовуючи дисперсійний аналіз [4] та комп'ютерну програму (Microsoft Office Excel 2003–2007).

Результати та їх обговорення. Облік

чисельності бульбочок на корінні рослин гороху показав, що у блоці варіантів без використання мікробного препарату спостерігається доволі висока їх кількість, що свідчить про наявність у ґрунті аборигенної популяції бульбочкових бактерій. Внесення мінеральних добрив у невисоких нормах стимулює формування бульбочок (табл. 1).

Високі норми мінеральних добрив негативно позначаються на формуванні бульбочок. За внесення N₉₀P₉₀K₉₀ цей показник зменшується у чотири рази, а за використання найбільшої в досліді норми туків бульбочки на корінні рослин не вдалося виявити. Отже, за цих умов симбіотрофне живлення гороху повністю блокується і культура стає азотзалежною.

Післядія гною ВРХ дещо знижує розвиток і функціонування азотфіксуючого симбіозу порівняно з контролем, проте менша норма органічних добрив у поєднанні з невисокою нормою мінеральних позитивно впливає на нітрогеназну активність бульбочок. Сприятливо позначається на показниках нодуляційної активності та азотфіксації післядія біокомпосту, а також внесення подрібнених післяжнивних решток.

Застосування Ризогуміну для передпосівної бактеризації насіння сприяє активізації формування і функціонування симбіотичного апарату. Так, зокрема, зростає як чисельність бульбочок, так і їхня маса порівняно до показників варіантів у блоці досліді без передпосівної бактеризації. Суттєво збільшується активність симбіотичної азотфіксації. У той же час слід відмітити, що навіть незважаючи на деяке покращення досліджуваних показників у варіанті з внесенням N₉₀P₉₀K₉₀ порівняно з відповідним варіантом без бактеризації, доцільність такого рівня удобрення досить сумнівна. Найбільша в досліді норма мінеральних добрив повністю інгібує процеси формування симбіотичного апарату сої навіть за використання передпосівної бактеризації.

Слід особливо відмітити (як сприятливі для формування і функціонування симбіозу) норми мінеральних добрив, які не перевищують N₆₀P₆₀K₆₀, а також післядію органічних добрив та вплив пожнивних решток.

Облік урожаю гороху в середньому за п'ять років демонструє доволі високу продуктивність культури у контрольному варіанті,

Таблиця 1. Залежність формування і функціонування симбіотичного азотфіксуючого апарату гороху від дії добрив та Ризогуміну, 2015 р.

Варіанти дослідів	Середня кількість бульбочок, од./рослину	Маса бульбочок, г/рослину	Нітрогеназна активність, нМоль C ₂ H ₄ / рослину за годину
<i>Без бактеризації</i>			
Без добрив, контроль	24,2	0,072	52,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	38,0	0,114	200,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,4	0,090	177,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5,5	0,001	12,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	0	0
Післядія 50 т/га гною	16,6	0,040	52,0
Післядія 25 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	27,2	0,082	86,4
Післядія 25 т/га біокомпосту	30,4	0,090	91,0
Пожнивні рештки, 8 т/га	27,5	0,080	150,2
<i>З Ризогуміном</i>			
Без добрив	35,5	0,96	112,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	52,8	0,138	250,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	45,4	0,110	219,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	10,2	0,003	56,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	0	0
Післядія 50 т/га гною	38,8	0,090	116,8
Післядія 25 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	39,5	0,095	122,2
Післядія 25 т/га біокомпосту	41,5	0,099	185,0
Пожнивні рештки, 8 т/га	45,0	0,108	175,0
НІР ₀₅ по досліді	8,8	0,022	32,0
для агрофонів	4,8	0,011	18
для бактеризації та взаємодії	4,0	0,011	16

що свідчить про належний рівень ефективної родючості чорнозему типового у досліді (табл. 2). Мінеральні добрива є потужним чинником інтенсифікації продукційного процесу гороху, проте, починаючи з внесення N₆₀P₆₀K₆₀, віддача кожної наступної в досліді норми добрив знаходиться на рівні статистичної похибки. Післядія органічних добрив позначається на суттєвому збільшенні зернової продуктивності культури.

Це є особливо цінним показником, особливо з урахуванням того, що за даних умов собівартість одержання продукції буде найнижчою (враховуючи, що вартість органічних добрив розподіляється на всі культури

сівозміни).

При плануванні дослідів нами очікувалося зниження урожайності сільськогосподарських культур, у т. ч. й гороху, за внесення до ґрунту поживних решток унаслідок можливого розвитку процесу іммобілізації азоту. Проте насичення сівозміни бобовими культурами (соя, люцерна і горох) знівелювало прояв іммобілізації.

Ризогумін позитивно вплинув на продуктивність культури по всіх без виключення агрофонах, проте найбільшою мірою — за внесення в ґрунт мінеральних добрив у нормах, що не перевищують N₆₀P₆₀K₆₀. Застосування передпосівної бактеризації по органіч-

Таблиця 2. Вплив удобрення та бактеризації на урожайність гороху

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га						Приріст від добрив*		Приріст від інокуляції	
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	серед- не	т/га	%	т/га	%
<i>Без бактеризації</i>										
Без добрив (контроль)	3,0	3,3	3,1	2,8	3,6	3,2	–	–	–	–
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,3	3,7	3,4	3,3	4,3	3,6	0,4	12,5	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,7	4,0	3,7	3,6	4,7	3,9	0,7	21,9	–	–
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,0	4,2	4,0	3,7	4,8	4,1	0,9	28,1	–	–
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,1	4,2	4,1	3,8	4,9	4,2	1,0	31,3	–	–
Післядія 50 т/га гною	-	3,9	3,7	3,6	4,7	4,0	0,8	25,0	–	–
Післядія 25 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	-	4,0	3,7	3,4	4,4	3,9	0,7	21,9	–	–
Компост (післядія)		4,1	3,8	3,7	4,7	4,1	0,9	28,1	–	–
Пожнивні рештки	-	3,4	3,1	2,9	3,7	3,3	0,1	3,1	–	–
<i>Інокуляція Ризогуміном</i>										
Без добрив	3,3	3,6	3,4	3,0	3,9	3,4	0,2	6,3	0,2	6,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,7	4,1	3,9	3,6	4,7	4,0	0,8	25,0	0,4	11,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,2	4,4	4,1	3,8	4,9	4,3	1,1	34,4	0,4	10,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,4	4,5	4,3	3,9	5,0	4,4	1,2	37,5	0,3	7,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,4	4,5	4,4	3,9	5,0	4,4	1,2	37,5	0,2	4,8
Післядія 50 т/га гною	–	4,0	3,9	3,9	5,1	4,2	1,0	31,3	0,2	5,0
Післядія 25 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	–	4,2	4,1	3,7	4,8	4,2	1,0	31,3	0,3	7,7
Компост (післядія)	–	4,1	4,2	4,0	5,0	4,3	1,1	34,4	0,2	4,9
Пожнивні рештки	–	3,7	3,5	3,2	3,9	3,6	0,4	12,5	0,3	9,1
НІР ₀₅ по досліді	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3					
для агрофонів	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2					
для інокуляції та взаємодії	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					

*) у т. ч. за умови взаємодії з біопрепаратом

них агрофонах демонструє тенденцію до зростання урожайності. Цікавою виявилася можливість впливу на збільшення урожайності культури при застосуванні Ризогуміну по фону 8 т/га поживних решток попередника в сівозміні — кукурудзи. Приріст урожайності гороху від передпосівної бактеризації склав 9 % (0,3 т/га).

Визначення вмісту білка в зерні сої свідчить про значний вплив як видів і норм доб-

рив, так і біологічного препарату (табл. 3).

Зростання рівня мінерального удобрення супроводжується збільшенням вмісту білка. Стимулює синтез білка післядія компосту. За інших агрофонів спостерігається чітка тенденція до збільшення його вмісту. Проте найбільший вплив на накопичення білка в зерні гороху мала передпосівна бактеризація. Найвищі показники при цьому відмічено у варіантах з N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀. Відносно

Таблиця 3. Вміст білка у зерні сої залежно від дії добрив та Ризогуміну, 2015 р.

Варіанти досліджу	Білок, %
<i>Без бактеризації</i>	
Без добрив, контроль	20,5 ± 0,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	21,1 ± 0,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,5 ± 0,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	21,7 ± 0,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	21,9 ± 0,2
Післядія 50 т/га гною	20,9 ± 0,4
Післядія 25 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	20,9 ± 0,5
Післядія 25 т/га біокомпосту	21,7 ± 0,6
Пожнивні рештки, 8 т/га	20,5 ± 0,5
<i>З Ризогуміном</i>	
Без добрив	21,1 ± 0,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	21,7 ± 0,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22,7 ± 0,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	22,8 ± 0,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	22,6 ± 0,7
Післядія 50 т/га гною	21,5 ± 0,2
Післядія 25 т/га гною + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	21,4 ± 0,4
Післядія 25 т/га біокомпосту	22,5 ± 0,3
Пожнивні рештки, 8 т/га	21,2 ± 0,5

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩЕГО СИМБИОЗА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ И УРОВНЯХ УДОБРЕНИЯ

Л. В. Центилю

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

В длительном полевом опыте на чернозёме типичном на протяжении пяти лет исследовали эффективность видов и норм удобрений и предпосевной бактеризации семян гороха сорта Стартер на формирование и функционирование симбиотической азотфиксирующей системы, урожайность

високий вміст білка спостерігається також у зерні гороху, зібраного з варіанту післядії біокомпосту.

Таким чином, за біологічним тестуванням та приростами урожаю, у технологіях вирощування гороху на чорноземі типовому рівні мінерального удобрення не повинні перевищувати N₆₀P₆₀K₆₀.

Використання в системі удобрення культур сівозміни гною, компостів та органо-мінерального удобрення також позитивно позначається на формуванні й функціонуванні азотфіксуючого симбіозу та урожайності культури. Важливим агроприйомом, що сприяє підвищенню урожайності культури і, особливо, покращенню якості продукції є передпосівна бактеризація насіння.

1. Патики В. П. Біологічний азот / [В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.] ; за ред. В. П. Патики. — К. : Світ, 2003. — 424 с.

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

3. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну : ДСТУ 7169:2010 (зі скасуванням чинності в Україні ГОСТ 13496.4-93). — [Чинний від 2011-07-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 45 с. — (Національні стандарти України).

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Доспехов Б. А. — М. : Колос, 1979. — 376 с.

FUNCTIONING OF NITROGEN FIXATION SYMBIOSIS AND PEAS PRODUCTIVITY UNDER THE APPLICATION OF DIFFERENT TYPES AND DOSES OF FERTILIZERS

L. V. Tsentylo

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

The efficiency of different types and doses of fertilizers and pre-sowing bacterization of pea seeds (Starter variety) on the formation and functioning of symbiotic nitrogen fixation system, crop productivity and protein content in grain was studied in long-term field experiment on the typical black soil for five years. It was

культуры и содержание белка в зерне. Целесообразным в технологиях выращивания гороха является внесение минеральных удобрений в нормах, не превышающих $N_{60}P_{60}K_{60}$. Использование в системе удобрения культур севооборота навоза, компоста и органо-минерального удобрения положительно сказывается на продуктивности гороха. Важным агроприёмом, способствующим увеличению урожайности культуры и, особенно, улучшению качества продукции, является предпосевная бактеризация семян.

Ключевые слова: горох, минеральные и органические удобрения, предпосевная бактеризация, Ризогумин.

shown that fertilizer doses not exceeding $N_{60}P_{60}K_{60}$ were the most appropriate to use in the cultivation technology of pea. The use of manure, compost and organic-mineral fertilizer in crop rotation had positively affected the productivity of peas. Pre-sowing seed bacterization was proved to be an important agricultural practice as its application increases crop productivity and improves product quality.

Key words: peas, mineral and organic fertilizers, pre-sowing seed bacterization, Rhizogumin.