

ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Данильченко Олеся Миколаївна

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1251-4044
x-lesya-x@ukr.net

Радченко Микола Володимирович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-9376-8657
radchenkonikolay@ukr.net

Глупак Зоя Іванівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5330-1905
zoya_glupak@ukr.net

Наведено результати досліджень впливу бактеріальних препаратів Ризогуміну та Поліміксобактерину на різних фонах мінерального живлення при вирощуванні гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Відмічено, що інокуляція насіння бактеріальними препаратами на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій має позитивний вплив на продуктивність рослин гороху. Максимальний рівень врожайності забезпечило поєднання інокуляції Ризогуміну або Поліміксобактерину з внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Ключові слова: горох, інокуляція, Ризогумін, Поліміксобактерин, мінеральні добрива, продуктивність, бульбочкові бактерії.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.3>

Вступ. Горох (*Pisum sativum* L.) – перспективна однорічна зернобобова культура, яка здатна вирішити проблему рослинного білка, поліпшити азотний баланс ґрунту та збільшити виробництво харчових продуктів [1].

Зернобобові культури мають високу поживну цінність (містять у великій кількості протеїни, вуглеводи, вітаміни A₁, B₁, B₂, C, жири), здатні забезпечувати власні потреби та вимоги наступних культур сівозміни у біологічному азоті, мобілізувати з ґрунту малорозчинні форми фосфору. За наявності зернобобових у сівозміні існує можливість зменшення потреби в добривах без зниження врожаю. Важливу роль у технології вирощування бобових культур, зокрема гороху, відіграє розкриття продуктивного потенціалу завдяки енергозберігаючим технологічним заходам, а саме, інокуляції насіння [2, 3].

Внаслідок глобального порушення процесів кругообігу основних біологічних елементів в штучних агробіоценозах екологізація сільського господарства набуває все більшого значення. Ситуація погіршується через енергетичну кризу і незабезпеченість сільськогосподарського виробництва ресурсами. Саме за цих умов важливе значення має забезпечення життєдіяльності рослин за рахунок ризосферних бактерій, які можуть допомогти рослинам реалізувати їх потенційну продуктивність за рахунок адаптивних властивостей [4, 5].

Результати сучасних досліджень показують, що мікроорганізми, які розвиваються в кореневій зоні рослин, є посередниками між ґрунтом і рослиною у забезпеченні її поживними речовинами, оскільки природою закладені всі механізми управління найважливішими біосферними

процесами: азотфіксація, фосфатмобілізація, синтез мікроорганізмами біологічно активних речовин, здатних впливати на фізіологічний стан рослин і їх імунітет [6, 7].

Одним із шляхів забезпечення агроценозів гороху корисною мікрофлорою є використання бактеріальних препаратів, здатних забезпечити рослини необхідним комплексом мікроорганізмів, повноцінним живленням і, як наслідок, допомогти реалізувати свій генетичний потенціал щодо врожайності та вмісту білка [8].

На сьогоднішній день існують два основних способи посилення азотфіксації в агроєкосистемах: активізація діяльності природної асоціації азотфіксуючих мікроорганізмів у ризосфері та на коренях, й інокуляція рослин активними штамми азотфіксаторів. Саме останній спосіб і передбачає використання бактеріальних препаратів на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів [9, 10]. Багаторічна практика застосування цих мікроорганізмів показала, що кращим способом їх використання є передпосівна інокуляція насіння.

Інокуляція насіння гороху бактеріальними препаратами обумовлює додаткове залучення в кругообіг азоту атмосфери. Цей захід є одним з найважливіших у сучасних технологіях вирощування бобових культур як елемент екологізації та енергозбереження. Завдяки фіксації азоту бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, горох відіграє важливу роль у підвищенні родючості ґрунту. Тому інокуляція насіння є ефективним і необхідним заходом, який впливає на розвиток рослин протягом всього онтогенезу [11].

Однією з головних умов реалізації високого потенці-

алу культури є розробка та впровадження у виробництво сучасної інноваційної технології її вирощування. На разі, перспективним у цьому напрямі є впровадження у виробництво рістрегулюючих речовин, які здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності, посилювати їх адаптивну здатність до стресових чинників навколишнього середовища [12].

Мета дослідження – визначення впливу бактеріальних препаратів на продуктивність гороху за різного рівня мінерального живлення.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками протягом 2015–2017 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий потужний важкосуглинковий середньогумусний, який характеризується наступними показниками: вміст гумусу в орному шарі (за І. В.Тюрніним) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст азоту, що легко гідролізується (за І. В. Тюрніним) 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) відповідно 14 мг і 6,7 мг/100 ґрунту.

Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони північно-східної частини Лісостепу, за виключенням агрозаходів, які передбачалися схемою досліді для вивчення. Польові досліді закладали згідно з існуючими методичними рекомендаціями [13].

Площа облікової ділянки 20 м². Розміщення варіантів систематичне. Повторність досліді триразова. Сорт гороху – Царевич. Варіанти досліді: без інокуляції бактеріальним препаратом і з обробкою насіння:

- Ризогуміном (торф'яна форма на основі симбіотичних азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* штам 37, фізіологічно активні речовини біологічного походження

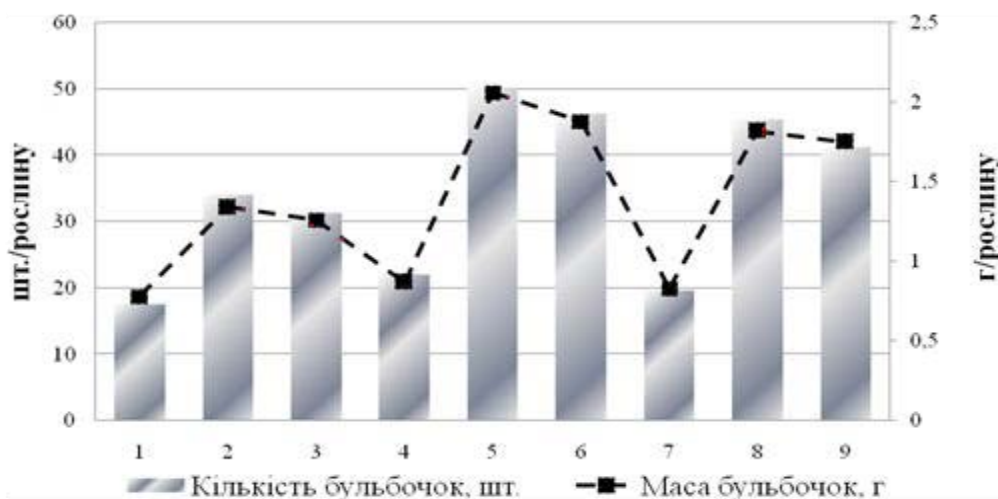
(цитокініни, ауксини, амінокислоти, гумінові кислоти), сполуки макроелементів у стартових концентраціях і мікроелементи в хелатованій формі;

- Поліміксобактерином (рідкий концентрат темно-коричневого кольору на основі фосформобілізуючих бактерій *Bacillus polymyxa* KB, механізм дії препарату пов'язаний із властивістю бактерій продукувати фермент фосфатазу та органічні кислоти, що забезпечує розчинення важкорозчинних мінеральних і органічних фосфатів ґрунту, внаслідок чого рослини в процесі свого розвитку одержують додаткове живлення фосфором із ґрунтових резервів, а також продукувати стимулятори росту рослин та вітаміни групи В).

Інокуляцію насіння гороху проводили у відповідності з методикою Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів). На контролі інокуляцію насіння не проводили. Фони мінерального живлення: P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀.

Результати та їх обговорення. Використання бактеріальних препаратів, що містять сучасні, високоефективні, культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, забезпечує утворення максимальної кількості бульбочок на кореневій системі рослин [14].

Отримані дані наших дослідів сприяли виявленню закономірностей формування бульбочок та їх характеристик на рослинах гороху залежно від використання якісних інокулянтів з високим вмістом азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій для інокуляції насіння. Відмічено, що передпосівна інокуляція насіння Ризогуміном і Поліміксобактерином позитивно впливає на кількість і масу бульбочок на коренях рослин гороху (рис. 1).



Варіанти: 1. абсолютний контроль (без добрив та інокуляції);

2. без добрив + Ризогумін;

3. без добрив + Поліміксобактерин;

4. P₆₀K₆₀ + без інокуляції;

5. P₆₀K₆₀ + Ризогумін;

6. P₆₀K₆₀ + Поліміксобактерин;

7. N₆₀P₆₀K₆₀ + без інокуляції;

8. N₆₀P₆₀K₆₀ + Ризогумін.

9. N₆₀P₆₀K₆₀ + Поліміксобактерин.

Рис. 1. Вплив інокуляції насіння та різних доз мінеральних добрив на формування симбіотичного апарату гороху (середнє за 2015–2017 рр.)

На абсолютному контролі досліді (без інокуляції насіння й внесення мінеральних добрив) кількість бульбочок у фазу масового цвітіння становила 17,6 шт./рослину, а їх маса – 0,78 г/рослину.

Ефективність впливу інокуляції Ризогуміну на кількість бульбочок і їх масу була вищою, порівняно з Поліміксобактерином. Так, приріст кількості бульбочок на коренях рослин гороху, інокульованих Ризогуміном був на рівні 93,7 %, тоді як з інокуляцією Поліміксобактерином – 77,8 % порівняно до контролю, перевищення їх маси становило 71,8 % і 61,5 % відповідно.

На варіантах досліді, де застосовували лише внесення мінеральних добрив, кількість бульбочок перевищувала контроль на 25,2 % ($P_{60}K_{60}$) та 11,4 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$), а їх маса – 11,5 % і 6,4 % відповідно.

Поєднання інокуляції насіння гороху бактеріальними препаратами і внесення мінерального добрива в дозі $P_{60}K_{60}$ виявилось більш ефективним агрозаходом, що призвело до максимального збільшення кількості бульбочок і їх маси. Пе-

ревищення контролю становило: при інокуляції насіння Ризогуміном 185,8 % (кількість бульбочок) і 164,1 % (маса бульбочок); Поліміксобактерином – 163,6 % та 141,1 % відповідно.

Рівень урожайності гороху визначається індивідуальною продуктивністю рослин, яка помножена на їх кількість і характеризує продуктивність культури в певних умовах вирощування. Слід зазначити, що індивідуальна продуктивність рослини – величина динамічна і визначається амплітудою зміни кількості бобів і насінин, та їх масою. В проведених спостереженнях кількісні характеристики даних показників були обумовлені, насамперед, умовами, які склалися протягом вегетаційного періоду та інтенсивністю дії факторів інтенсифікації – внесення мінеральних добрив й інокуляції насіння.

Результати досліджень показали позитивний вплив внесення мінеральних добрив в дозах $P_{60}K_{60}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ на формування продуктивності рослин гороху, про що свідчить приріст до контролю (без інокуляції і внесення добрив) на рівні 7,7–15,4 % (кількість бобів на рослині); 13,1–15,8 % (маса насіння з однієї рослини); 0,5–1,6 % (маса 1000 насінин) відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив різних доз мінеральних добрив та інокуляції насіння на структурні показники рослин гороху (середнє за 2015–2017 рр.)

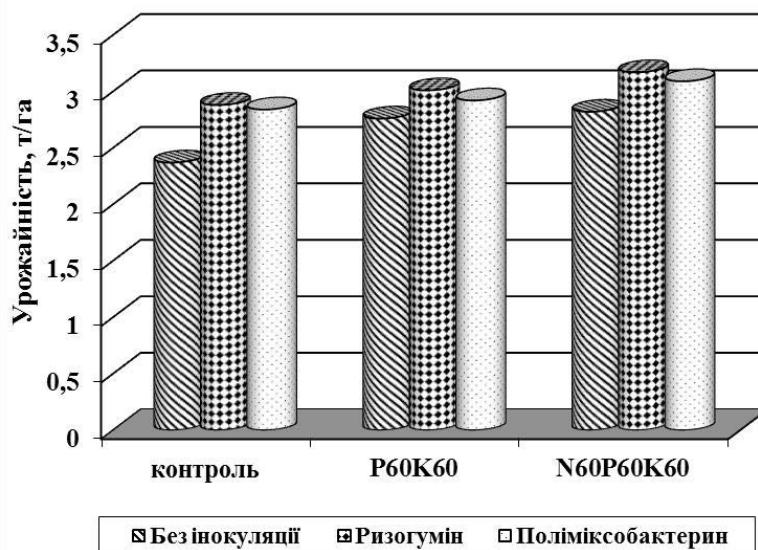
Варіанти досліді		Кількість бобів, шт./рослину	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
інокуляція насіння, А	доза мінер. добрив, В			
Без інокуляції	без добрив (контроль)	3,9	3,8	248,4
	$P_{60}K_{60}$	4,2	4,3	249,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,5	4,4	252,5
Ризогумін	без добрив	4,8	4,6	254,7
	$P_{60}K_{60}$	6,1	5,4	262,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,6	5,7	271,9
Поліміксобактерин	без добрив	4,6	4,2	253,5
	$P_{60}K_{60}$	5,5	4,8	258,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,7	5,2	263,1
H _{IP} 0,05 А				1,3
H _{IP} 0,05 В				0,8
H _{IP} 0,05 АВ				1,7

При використанні бактеріальних препаратів, Поліміксобактерину та Ризогуміну, приріст відповідно до контролю склав: 17,9 – 23,1 % (кількість бобів на рослині); 10,5 – 21,1 % (маса насіння з однієї рослини); 2,1 – 2,5 % (маса 1000 насінин).

Найбільш сприятливі умови для формування продуктивності гороху були на варіанті досліді з поєднанням інокуляції насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, перевищення контролю становило – 69,2 % (кількість бобів на рослині); 50 % (маса насіння з однієї рослини); 9,5 % (маса

1000 насінин).

Дані статистичної обробки виявили достовірну різницю щодо показника маси 1000 насінин гороху залежно від інокуляції насіння бактеріальними препаратами та мінерального живлення. Відповідно до збільшення індивідуальної продуктивності рослин гороху зростала й урожайність. Вища урожайність гороху в середньому за 2015–2017 рр. була відмічена на варіанті внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння Ризогуміном і становила 3,17 т/га. Приріст до контролю становив 0,8 т/га або 33,7 % (рис. 2).



HIP_{0,05}A – 0,21 ; HIP_{0,05}B – 0,15 ; HIP_{0,05}AB – 0,29

Рис. 2. Вплив різних доз мінеральних добрив та інокуляції насіння на урожайність зерна гороху (середнє за 2015–2017 рр.)

При поєднанні бактеріального препарату фосформобілізуючої дії Поліміксобактерину та даної дози мінеральних добрив урожайність становила 3,09 т/га, а приріст – 0,72 т/га або 30,4 %.

Використання окремо мінеральних добрив при вирощуванні гороху забезпечило урожайність до 2,76–2,82 т/га і приріст склав 0,39–0,45 т/га відповідно. На варіанті з інокуляцією насіння Ризогуміном отримали урожайність на рівні 2,88 т/га, приріст до контролю становив 0,51 т/га або 21,5%. Інокуляція Поліміксобактерином забезпечила урожайність на рівні – 2,84 т/га і приріст – 0,47 т/га або 19,8 %. Ефективність використання бактеріальних препаратів і мінеральних добрив залежала від погодних умов, які склалися в вегетаційний період гороху. Проведена статистична обробка результатів показала, що різниця між контролем та варіантами з обробкою бактеріальними та мінеральними добривами є суттєвою

на всіх варіантах дослідів.

Висновки. Встановлено, що поєднання інокуляції насіння бактеріальними препаратами на основі азотфіксуючих (*Rhizobium leguminosarum* штам 31) та фосформобілізуючих (*Bacillus polymyxa* KB) бактерій і мінеральних добрив сприяє зростанню продуктивності гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Найбільш ефективний результат отримано на варіанті з інокуляцією насіння гороху Ризогуміном і внесенням повного мінерального добрива у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ (урожайність зростає на 33,7 %, порівняно до контролю).

Найвищу ефективність формування симбіотичного апарату та інтенсивності його діяльності забезпечувало поєднання передпосівної інокуляції насіння Ризогуміном і внесення фосфорно-калійних добрив в дозі P₆₀K₆₀. Максимальна кількість та маса бульбочок становила: 50,3 шт./рослина і 2,06 г/рослина.

Бібліографічні посилання:

1. Kaminskij, V. F. (2000). Stan ta perspektivi virobництва gorohu v Ukraїni [Status and prospects of pea production in Ukraine]. *Visnik agrarnoi nauki*, 5, 22–25 [in Ukrainian].
2. Babich, A. O., & Poberezhna, A. A. (2005). Ekonomichni problemi formuvannja svitovih resursiv roslinnogo bilka. [Economic problems of formation of world resources of vegetable protein]. *Zbirnik naukovih prac' Podil's'kogo agrarno-tehnichnogo universiteta*, 13, 482 – 485 [in Ukrainian].
3. Vavilov, P. P., & Posypanov, G. S. (1983). Bobovyje kultury i problemy rastitel'nogo belka [Bean cultures and vegetable protein problems]. Rossel'hozizdat, Moscow [in Russian].
4. Patyka, V. P., Kocz, S. Ya., & Volkogon, V. V. (2003). Biologichnyi azot [Biological nitrogen]. Svit, Kiev [in Ukrainian].
5. Chunderova, A. I. (1980). O vzaimootnoshenijah kluben'kovykh bakterij s rastenijem-hozjainom i perspektiva povyshenija jeffektivnosti simbioza. [On the relationship of nodule bacteria with the host plant and the prospect of increasing the effectiveness of symbiosis]. *Kluben'kovye bakterii i ih ispol'zovanie v zemledelii*. 7–29 [in Russian].
6. Volkogon, V. V. (2011). [Biological aspects of soil fertility]. *Biologichni aspekty rodjuchosti gruntiv*. *Visnyk HNAU*, 1, 29–36 [in Ukrainian].
7. Grynyk, I. V., Patyka, V. P., & Shkatulka, Ju. M. (2011). Mikrobiologichni osnovy pidvyshhennja vrozhajnosti ta jakosti zernovyh kul'tur. [Microbiological bases of increase of grain yield and quality]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii*, 4, 7–11 [in Ukrainian].
8. Vovkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevs'ka, T. M., Tokmakova, L. M. & Kopylov, Je. P. (2006). Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial drugs in agriculture. Theory and practice]. *Ahrarna nauka*, Kyiv [in Ukrainian].

9. Kamenjeva, I. O. (2002). Mikrobiologichni preparaty – ključ do biologizacij tehnologij vyroshhuvannja zernovyh i bobovyh kul'tur. [Microbiological preparations - the key to biologization of grain and legume cultivation technologies]. Materialy Vseukrai'ns'koj naukovo-praktyčnoj konferencij molodyh vcheny i specialistiv z problem vyrobnystva zerna v Ukra'ni, 77–78 [in Ukrainian].

10. Moskalets, V. V., Shynkarenko, V. K., & Moskalets, V. I. (2006). Vplyv mikrobynykh preparativ na intensyvnyj fiksacii atmosferoho azotu [Influence of microbial preparations on the intensity of fixation of atmospheric nitrogen]. Agroecological journal, 3, 32–36 [in Ukrainian].

11. Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M., & Kozar, S. F. (2001). Osoblyvosti vplyvu dejakyh azotfiksujučykh bakterij na rozvytok roslyn soi. [Features of the influence of some nitrogen-fixing bacteria on the development of soybean plants]. Kormy i kormo vyrobnystvo, 27, 112–114 [in Ukrainian].

12. Grygor'jeva, O. M. (2014). Produktyvnyj soi zalezno vid agrotehnychnykh zahodiv i' vyroshhuvannja v umovah pivnichnogo Stepu Ukra'ny. [Soybean productivity depending on agrotechnical measures of its cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. Naukovi praci instytutu bioenergetychnykh kul'tur i cukrovych burjakiv, 21, 115-120 [in Ukrainian].

13. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Agropromizdat, Moscow [in Russian].

14. Mandrovskaja, N. M., Kručova, O. D., & Kosenko, L. V. (2011). Symbiotyčny vlastyvjosti ta biosyntetyčna dij'al'nist' Rhizobium leguminosarum Bv. Vicae sht. 250–a pid vplyvom mineral'nogo azotu. [Symbiotic properties and biosynthetic activity of Rhizobium leguminosarum Bv. Vicae pcs. 250 – and under the influence of mineral nitrogen]. Ontogenez roslyn, biologična fiksacija azotu ta azotnyj metabolizm, 103–106 [in Ukrainian].

Danylchenko O. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Radchenko M. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Hlupak Z. I., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

EFFICIENCY OF BACTERIAL FERTILIZERS IN PEAS AGROCOENOSIS UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Peas (*Pisum sativum* L.) is an appreciable annual leguminous crop which can solve the problem of phytoalbumin, improve nitrogen balance of soil and increase the production of food products.

The important role in cultivation method of leguminous crops, pea in particular, plays the realization of productive potential due to energy-saving techniques, namely seed inoculation. One of the ways to supply pea agrocoenosis with beneficial microflora is the use of bacterial fertilizers which can supply the plants with essential complex of microorganisms, good nutrition and as a result it can help to realize its genetic potential as for yielding capacity and protein content.

The aim of the research is to define the influence of bacterial fertilizers on pea productivity by different level of mineral nutrition. The researches have been conducted on the base of educational and scientific centre of Sumy National Agrarian University according to generally accepted methods during 2015–2017.

The research variants were the following: without inoculation by bacterial fertilizer and with seed treatment with Rhyzohumin and Polymyxobakteryn. Inoculation of peas seed was conducted according to the method of the Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS (Chernihiv).

On the control the seed inoculation has not been done. The backgrounds of mineral nutrition were $P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$. The application of bacterial fertilizers which contain new, highly effective, culturally specific variety of rhizobial bacteria with the increased viability in high concentrations ensures the development of maximal amount of tubers on root system of plants. The highest efficiency in forming symbiotic apparatus and intensity of its activity was stipulated by combination of presowing seed inoculation with Rhyzohumin and application of phosphate-potassium fertilizers in the doze of $P_{60}K_{60}$. The maximal amount and weight of nodules was 50.3 unit per plant and 2.06 g per plant. The level of peas yielding capacity is defined by individual plant productivity which is multiplied by its amount and characterizes the crop productivity under the certain conditions of growing.

It was determined that the combination of seed inoculation by bacterial fertilizers through using of nitrogen fixing (*Rhizobium leguminosarum* strain 31) and phosphorus mobilizing (*Bacillus polymyxa* KB) bacteria and mineral fertilizers favours to raising of peas productivity under the conditions North-East Forest-Steppe zone of Ukraine. The most effective result was obtained in the variant with peas seed inoculation by Rhyzohumin and application of mineral fertilizer in the doze $N_{60}P_{60}K_{60}$ (yield has increased on 33.7 % comparing with the control).

Key words: peas, inoculation, Rhyzohumin, Polymyxobakteryn, mineral fertilizers, productivity, nodules bacteria.

Данильченко А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Радченко Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Глупак З. И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Горох (*Pisum sativum* L.) – перспективная однолетняя зернобобовая культура, которая способна решить проблему растительного белка, улучшить азотный баланс почвы и увеличить производство пищевых продуктов.

Важную роль в технологии выращивания бобовых культур, в частности гороха, играет раскрытие продуктивного потенциала, благодаря энергосберегающим технологическим процессам, в частности, инокуляции семян.

Одним из способов обеспечения агроценозов гороха полезной микрофлорой является использование бактериальных препаратов, способных обеспечить растения необходимым комплексом микроорганизмов, полноценным питанием и, как следствие, дать возможность реализовать свой генетический потенциал относительно урожайности и содержания белка.

Целью исследования стало определение влияния бактериальных препаратов на продуктивность гороха при разном уровне минерального питания. Исследования проводились на базе учебно-научного производственного центра Сумского НАУ по общепринятым методикам в течение 2015–2017 гг.

Варианты опыта: без инокуляции бактериальным препаратом и с обработкой семян Ризогумином и Полимиксобактерином. Инокуляцию семян гороха проводили в соответствии с методикой Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН (г. Чернигов). На контроле инокуляцию семян не проводили. Фоны минерального питания: $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$. Использование бактериальных препаратов, содержащих современные, высокоэффективные, специфические штаммы ризобияльных бактерий с повышенной жизнеспособностью в высоких концентрациях, обеспечивает образование максимального количества клубеньков на корневой системе растений.

Высокую эффективность формирования симбиотического аппарата и интенсивности его деятельности обеспечивало сочетание предпосевной инокуляции семян Ризогумином и внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{60}$. Максимальное количество и масса клубеньков составляла: 50,3 шт./растение и 2,06 г/растение.

Установлено, что сочетание инокуляции семян бактериальными препаратами на основе азотфиксирующих (*Rhizobium leguminosarum* штамм 31) и фосформобилизующих (*Bacillus polymyxa* KB) бактерий и минеральных удобрений способствует росту продуктивности гороха в условиях северо-восточной Лесостепи Украины. Наиболее эффективный результат получен в варианте с инокуляцией семян гороха Ризогумином и внесением полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ (урожайность выросла на 33,7 %, в сравнении с контролем).

Ключевые слова: горох, инокуляция, Ризогумин, Полимиксобактерин, минеральные удобрения, продуктивность, клубеньковые бактерии.

Дата надходження до редакції: 28.08.2019 р.