



**О. М. Данильченко,**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри рослинництва,  
Сумський національний аграрний університет  
(м. Суми), Україна  
E-mail: x-lesya-x@ukr.net



**А. О. Бутенко,**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри рослинництва,  
Сумський національний аграрний університет  
(м. Суми), Україна  
E-mail: andb201727@ukr.net



**М. В. Радченко,**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри рослинництва  
Сумський національний аграрний університет  
(м. Суми), Україна  
E-mail: radchenkonikolay@ukr.net

## ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

У статті представлено результати дослідження впливу бактеріальних препаратів Ризогуміну (в основі азотфіксувальних бактерій *Rhizobium leguminosarum* штам 31) та Поліміксобактерину (в основі фосформобілізуювальних бактерій *Bacillus polymyxa* KB) на різних фонах мінерального живлення ( $P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) при вирощуванні сочевиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Дослідження проводили на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками протягом 2016–2018 рр.

Сочевиця – одна з найбільш цінних зернобобових культур. За поживністю і харчовими якість дана культура не має собі рівних. Вона забезпечує підвищення родючості ґрунту, поповнення балансу ґрунтового азоту за рахунок його біологічної фіксації. Розробка нових та удосконалення існуючих моделей технології вирощування сочевиці, зокрема проведення передпосівної інокуляції насіння бактеріальними препаратами для підвищення продуктивності є важливою, актуальною проблемою, що потребує відповідного наукового обґрунтування.

Встановлено, що поєднання інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив активізувало процеси росту і розвитку рослин, зумовлювало збільшення кількості бобів і маси зерен на одній рослині, а також маси 1000 зерен, як результат – урожайність зростала на 0,42–0,58 т/га. Максимальний рівень урожайності забезпечило поєднання передпосівної інокуляції насіння Ризогуміном з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

**Ключові слова:** сочевиця, мінеральне добриво, інокуляція, структурні показники, урожайність.

### **O. Danilchenko,**

PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of Plant Growing Department of Sumy National Agrarian University (Sumy), Ukraine

### **A. Butenko,**

PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of Plant Growing Department of Sumy National Agrarian University (Sumy), Ukraine

### **M. Radchenko,**

PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of Plant Growing Department of Sumy National Agrarian University (Sumy), Ukraine

### **LENTIL PRODUCTIVITY DEPENDING ON SEED INOCULATION AND MINERAL NUTRITION IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE**

The article presents the study results of the effect of bacterial preparations Rhizohumin (based on nitrogen-fixing bacteria *Rhizobium leguminosarum* strain 31) and Polymyxobacterin (based on phosphorus-mobilizing bacteria *Bacillus polymyxa* KB) on different backgrounds of mineral nutrition ( $P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) when growing lentil in the north-eastern forest-steppe of Ukraine. The research was conducted on the basis of the training and research production center of Sumy National Agrarian University according to generally accepted methods during 2016-2018.

Lentil is one of the most valuable legumes. In terms of nutrition and nutritional qualities, this culture has no equal. The development of new and improvement of existing models of lentil cultivation technology, in particular the pre-sowing inoculation of seeds with bacterial preparations to increase productivity is an important topical issue that requires appropriate scientific justification.

*Inoculation of lentil seeds with bacterial preparations causes additional involvement in the nitrogen cycle of the atmosphere. This event is one of the most important in modern technologies for growing legumes as an element of greening and energy conservation. Due to the fixation of nitrogen by nodule bacteria of the genus Rhizobium, lentils play an important role in increasing soil fertility. Therefore, seed inoculation is an effective and necessary measure that affects plant development throughout ontogenesis.*

*The study of the peculiarities of growth and development of lentils during ontogenesis makes it possible to reveal the important features of the formation process of high productivity, to determine the scientific basis for the creation of highly productive agrocenoses of legumes.*

*The level of yield of legumes is determined by such elements of productivity as: the number of beans per plant, the weight of grains per plant and the weight of 1000 grains. In this regard, there is a need to take into account these indicators, which, by substantiating the cultivation techniques will help to increase yields.*

*It is established that the combination of seed inoculation with the application of mineral fertilizers intensified the processes of growth and development of plants, caused an increase in the number of beans and grain weight per plant, as well as the mass of 1000 grains, as a result - yield increased by 0.42-0.58 t / ha . The maximum level of yield was provided by a combination of pre-sowing inoculation of seeds with Rhizohumin with fertilizer application in a dose  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .*

**Key words:** lentil, mineral fertilizer, inoculation, structural indicators, yield.

**Постановка проблеми.** Сочевиця (*Lens culinaris Medik.*) – одна з найбільш цінних зернобобових культур. За поживністю і харчовими якостями дана культура не має собі рівних. До складу білка, вміст якого сягає 36 % і добре засвоюється організмом людини (на 86 %), входять усі незамінні амінокислоти [1]. Крім білку сочевиця містить 56–58 % безазотистих екстрактивних речовин, 1–2 % жирів, 3–4 % клітковини, 0,15–0,17 % кальцію та 0,3 - 0,4 % фосфору [2].

Крім цього, вирощування сочевиці забезпечує підвищення родючості ґрунту, поповнення балансу ґрунтового азоту за рахунок його біологічної фіксації.

У сучасних умовах аграрного господарства пріоритетним напрямком наукових досліджень є обґрунтування та удосконалення сучасних агротехнологій вирощування польових культур на засадах енерго- і ресурсозабезпечення та екологічної безпечності. У зв'язку із цим, на особливу увагу заслуговує культура сочевиці, яка має важливе кормове і агротехнічне значення.

Проте, на даний час в умовах Північно-Східного Лісостепу України питання теоретичних і практичних аспектів технологій вирощування, які б забезпечили створення оптимальних умов для росту, розвитку та формування максимальної зернової продуктивності сочевиці, є недостатньо вивченими. Тому, розробка нових та удосконалення існуючих моделей технологій вирощування, зокрема проведення передпосівної інокуляції насіння бактеріальними препаратами для підвищення продуктивності є важливою актуальною проблемою, що потребує відповідного наукового обґрунтування.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Надійним шляхом одержання екологічно безпечних, високоякісних продуктів переробки сочевиці є впровадження у виробництво екологічно безпечної технології, яка передбачає підсилення функціонування симбіотичної системи, застосування методів біостимуляції макро- і мікросимбіонтів [3].

Одним з найбільш важливих шляхів використання переваг взаємодії мікроорганізмів і підтримання різноманітності сільськогосподарських екосистем, є використання наземних мікроорганізмів. Зараз бактерії ризосфери використовують для біологічних добрив у багатьох країнах світу [4].

Багаторічна практика використання препаратів на основі цих мікроорганізмів показала, що кращим способом їх використання є передпосівна інокуляція насіння. Встановлено, що в природних умовах бобові рослини, зокрема сочевиця, використовують лише 10–30 % свого азотфіксувального потенціалу. Інокуляція насіння підвищує цю здатність до 15–50 % (на 40–60 %), а решта резерву може бути використана за оптимізації умов функціонування симбіозу [5, 6].

Активізація рослинно-мікробної взаємодії є потужним фактором підвищення продуктивності агроценозу, хоча в сільськогосподарській практиці використовується недостатньо. Тому необхідна широкомасштабна біологізація агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур для забезпечення умов реалізації

природних процесів [7].

Застосування бактеріальних препаратів на основі азотфіксувальних та фосформобілізуювальних мікроорганізмів дає змогу рослинам покращити живлення завдяки підвищенню коефіцієнта використання мінерального азоту та фосфору із ґрунту, синтезу біологічно активних речовин, які стимулюють як ріст і розвиток кореневої системи, так і рослини в цілому.

Також, дані біопрепарати сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур за рахунок трансформації молекулярного азоту атмосфери та нерозчинних фосфорних сполук ґрунту в доступні рослинам форми [8].

**Мета статті.** Визначення впливу бактеріальних препаратів на продуктивність сочевиці за різного рівня мінерального живлення.

**Методика дослідження.** Дослідження проводили на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками протягом 2016–2018 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий потужний важкосуглинковий середньогумусний, який характеризується такими показниками: вміст гумусу в орному шарі (за методом І. В.Тюріна) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст азоту, легко гідролізованих сполук (за методом Тюріна-Конової) 9,0 мг, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Ф. Чирікова) відповідно 14 мг і 6,7 мг/100 ґрунту.

Схема досліду включала варіанти з внесенням мінеральних добрив у дозах  $P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та фон без удобрення. Були передбачені варіанти передпосівної інокуляції насіння Ризогуміном (торф'яна форма на основі симбіотичних азотфіксувальних бактерій *Rhizobium leguminosarum* штам 31, фізіологічно активні речовини біологічного походження (цитокініни, ауксини, амінокислоти, гумінові кислоти), сполуки макроелементів у стартових концентраціях і мікроелементи в хелатованій формі) та Поліміксобактерином (рідкий концентрат на основі фосформобілізуювальних 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 у процесі свого розвитку одержують додаткове живлення фосфором із ґрунтових резервів, а також продукувати стимулятори росту рослин та вітаміни групи В).

Інокуляцію насіння проводили у відповідності з методикою Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів).

Облікова площа ділянки 20 м<sup>2</sup>. Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів – систематичне [9]. Сорт сочевиці – Луганчанка. Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони Північно-Східного Лісостепу, за виключенням агрозаходів, які передбачалися схемою досліду для вивчення.

**Основні результати дослідження.** Вивчення особливостей росту й розвитку бобових культур протягом онтогенезу дає можливість розкрити важливі особливості

процесу формування високої продуктивності, визначити наукові основи створення високопродуктивних агроценозів бобових.

У результаті проведених досліджень О. М. Мартинюк, встановлено, що високий рівень врожаю зернобобові культури формують лише за оптимізації факторів, що визначають інтенсивність процесу наростання надземної біомаси, накопичення сухої речовини рослинами, розміру фотосинтетичної поверхні і тривалості її активного функціонування, кількості бобів та насіння в них [10].

Одержані дані показали, що внесення мінеральних добрив призводило до збільшення висоти рослин сочевиці на 5–6,1 %, а за рахунок інокуляції насіння бактеріальними препаратами, Поліміксобактерин та Ризогумін, висота рослин зроста відповідно на 9,4 та 11,4 % (табл. 1). Застосування передпосівної інокуляції насіння у поєднанні із внесенням мінеральних добрив істотно вплинуло на показники рослин сочевиці. Так, найбільша висота рослин становила 39,4 см у варіанті, де проводили передпосівну інокуляцію Ризогуміном та вносили повне мінеральне добриво в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Цей показник перевищував контрольний варіант на 15,6 %.

Рівень урожайності зернобобових культур, у тому числі сочевиці, визначається такими елементами

продуктивності як: кількість бобів на рослинах, маси зерен з однієї рослини та маси 1000 зерен. У зв'язку з цим, виникає необхідність обліку даних показників, що завдяки обґрунтуванню технологічних прийомів вирощування сприятиме підвищенню врожайності.

Рівень урожайності сочевиці визначався індивідуальною продуктивністю рослин, яка, в свою чергу, залежить від амплітуди зміни кількості бобів на рослині та маси зерен на стеблі.

Дослідженнями встановлено, що індивідуальна продуктивність рослин сочевиці залежала від сортових особливостей та досліджуваних чинників. Так, максимальну індивідуальну продуктивність рослин зафіксовано на варіанті із передпосівною інокуляцією насіння бактеріальним препаратом Ризогумін у поєднанні з мінеральним добривом в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . При цьому показники індивідуальної продуктивності були наступними: кількість бобів на одній рослині – 22,7 шт./рослину, маса зерен з однієї рослини – 3,04 г та маса 1000 зерен – 66,7 г перевищення контролю становило – відповідно 32, 47,6 та 14,6 %.

На контрольних дослідних ділянках, де не застосовували передпосівної інокуляції насіння та не вносили мінеральне живлення, показники індивідуальної

Таблиця 1  
**Формування біометричних показників та складових структури врожаю сочевиці залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2016-2018 рр.)**

Удобрення	Висота рослин, см	Кількість бобів, шт./рослину	Маса зерен, г/рослину	Маса 1000 зерен, г
Без інокуляції насіння				
Без добрив	34,1	17,2	2,06	58,2
$P_{60}K_{60}$	35,8	18,6	2,23	59,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	36,2	18,9	2,26	60,2
Інокуляція насіння Ризогуміном				
Без добрив	38,0	20,9	2,51	61,4
$P_{60}K_{60}$	38,7	21,3	2,55	64,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	39,4	22,7	3,04	66,7
Інокуляція насіння Поліміксобактерином				
Без добрив	37,3	20,4	2,44	61,0
$P_{60}K_{60}$	38,0	21,6	2,60	61,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	38,9	22,1	2,65	63,5

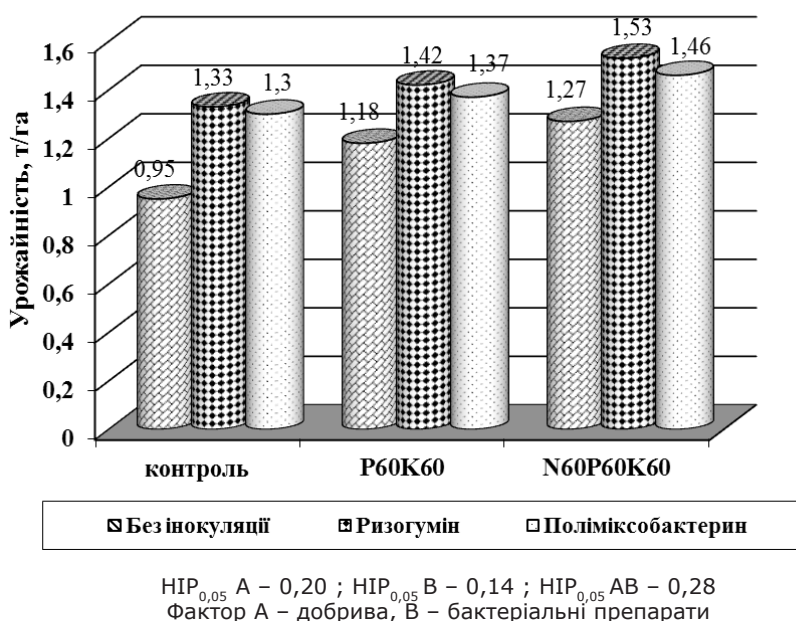


Рис. 1 Урожайність сочевиці залежно від інокуляції насіння та мінерального живлення, 2016-2018 рр.

продуктивності мали найнижчі значення, та відповідно становили: кількість бобів на одній рослині – 17,2 шт, маса зерен на одній рослині – 2,06 г та маса 1000 зерен – 58,2 г.

Так, внесення мінеральних добрив в дозах  $P_{60}K_{60}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  сприяло зростанню кількості бобів на одній рослині сочевиці – від 8,1 до 9,9 %, маси зерен з рослини – від 8,2 до 9,7 % та маси 1000 зерен – від 2,2 до 3,4 % порівняно до контролю.

У варіантах, де окремо використовували для передпосівної інокуляції насіння бактеріальні препарати Ризогумін та Поліміксобактерин також спостерігали збільшення кількості бобів, маси зерен з однієї рослини та маси 1000 зерен у середньому відповідно на 20, 20,2 і 5,1 %.

Відповідно до збільшення індивідуальної продуктивності рослин сочевиці зростала й урожайність зерна. Найвищі (1,53 т/га) її показники були при поєднанні інокуляції насіння бактеріальним препаратом Ризогумін на основі азотфіксувальних бактерій та внесення мінеральних добрив ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) (рис.1).

Отримані дані щодо зміни урожайності сочевиці від внесення мінеральних добрив ( $P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) свідчать про підвищення урожайності даної культури на 24,2–33,7 % при показниках на контрольному варіанті 0,95 т/га. Внесення мінеральних добрив виявилось ефективним у всіх варіантах дослідження порівняно з контролем.

Приріст урожайності насіння сочевиці залежно від передпосівної інокуляції насіння – 36,8 % (Поліміксобактерином на основі фосфромобілізувальних бактерій *Vacillus polymyxa KB*) та 40 % (Ризогуміном на основі симбіотичних азотфіксувальних бактерій *Rhizobium leguminosarum* штам 31).

Проведена статистична обробка результатів показала, що різниця між контролем та варіантами з інокуляцією бактеріальними препаратами та мінеральними добривами є суттєвою у всіх варіантах дослідження.

**Висновки.** Підсумовуючи наведені результати експериментальних досліджень, слід відмітити наступне. Встановлено позитивний вплив інокуляції насіння та мінеральних добрив на ріст, розвиток та зернову продуктивність рослин сочевиці. Елементи інтенсифікації технологій вирощування мали позитивний вплив на такі елементи структури урожаю, як кількість бобів на одній рослині, маса зерен з однієї рослини та маса 1000 зерен.

Внесення мінеральних добрив та передпосівної інокуляції бактеріальними препаратами (Ризогумін і Поліміксобактерин) – дієвий фактор зростання урожайності при поєднанні цих операцій. Так, приріст урожайності зерна сочевиці від інокуляції склав – 38,4 %; від мінеральних добрив – 28,9 %; поєднанні інокуляції і мінеральних добрив – 52,1 % в середньому.

Найвищу урожайність зерна в середньому за три роки одержали на варіанті за внесення мінеральних

добрив в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та інокуляції насіння бактеріальним препаратом Ризогумін – 1,53 т/га.

## Література

1. Скотникова Е. А., Кандыков И. В., Суворова Г. Н. Морфологические особенности чечевицы. Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений. Орел. 2006. С. 136-141.
2. Каленська С. М. Продуктивність сочевиці залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння в умовах правобережного Лісостепу України. Наук. доповіді НУБіП. 2011. Вип. 4(26). С. 11-17.
3. Патика В. П., Петриченко В. Ф. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 53. С. 3 – 11.
4. Мандровська Н. М., Кручова О. Д., Косенко Л. В. Симбіотичні властивості та біосинтетична діяльність *Rhizobium leguminosarum* Bv. Viciae шт. 250-а під впливом мінерального азоту. Онтогенез рослин, біологічна фіксація азоту та азотний метаболізм. 2011. С. 103–106.
5. Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу бобових. Пропозиція. 2007. № 3. С. 15-19.
6. G. K. Gicharu, H. M. Gitonga, H. Boga et al. Effect of inoculating selected climbing bean cultivars with different rhizobia strains on nitrogen fixation. Online International Journal of Microbiology research. Kenya. 2013. Volume 1, Issue 2. P. 25-31.
7. Гриник І. В., Патика В. П., Шкатула Ю. М. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. №4 (63). С. 7-11.
8. Пустова З. В. Вплив бактеріальної обробки насіння на продуктивність квасолі звичайної. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2011. С. 146–152.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Мартинюк О. М. Особливості формування врожаю зернобобових культур залежно від технології вирощування в західному Лісостепу. Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених. Чабани. 2004. С. 57-58.

## References

1. Skotnykova E. A., Kandukov Y. V. & Suvorova H. N. (2006). Morphological features of lentils. Regulation of the production process of agricultural plants, Orel. P. 136-141 (in Russian).
2. Kalenska S. M. (2011). Productivity of lentils depending on mineral nutrition and pre-sowing seed treatment in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. Science. NUBiP. No. 4(26). P. 11-17 (in Ukrainian).
3. Patyka V. P., Petrychenko V. F. (2004). Microbial nitrogen fixation in modern feed production. *Feed and feed production*. No. 53. P. 3 – 11.
4. Mandrovskaya, N. M., Kruchova, O. D. & Kosenko, L. V. (2011). Symbiotic properties and biosynthetic activity of *Rhizobium leguminosarum* Bv. Viciae pcs. 250 – and under the influence of mineral nitrogen. Plant ontogenesis, biological nitrogen fixation and nitrogen metabolism. P. 103–106 (in Ukrainian).
5. Morhun V., Kots S. (2007). Bacterization of legume seed. *Proposition*. No 3. P. 15-19 (in Ukrainian).
6. G. K. Gicharu, H. M. Gitonga & H. Boga et al. (2013). Effect of inoculating selected climbing bean cultivars with different rhizobia strains on nitrogen fixation. Online International Journal of Microbiology research. Volume 1, Issue 2. P. 25-31 (in Kenya).
7. Hrynyk I. V., Patyka V. P. & Shkatula Y. M. (2011). Microbiological bases of increase of productivity and quality of grain crops. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. No 4 (63). P. 7-11 (in Ukrainian).
8. Pustova Z. V. (2011). Influence of bacterial seed treatment on the productivity of common beans. Bulletin of the Central Executive Committee of the APV of the Kharkiv region. P. 146–152 (in Ukrainian).
9. Dospikhov, B. A. (1985). Methodology of field experience. Agropromizdat, Moscow. (in Russian).
10. Martyniuk O. M. (2004). Peculiarities of legume crop formation depending on the technology of cultivation in the western Forest-Steppe. Proceedings of the scientific-practical conference of young scientists. P. 57-58 (in Ukrainian).