

## ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОЧЕВИЦІ

**І. Ю. РАССАДІНА**, кандидат сільськогосподарських наук

**М. В. НЕДВИГА**, кандидат сільськогосподарських наук

**О. В. НІКІТІНА**, кандидат сільськогосподарських наук

**Л. А. МУСІЄНКО**, аспірант

**Уманський національний університет садівництва**

*Досліджено вплив мінеральних добрив та інокуляції на врожайність сочевиці на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Встановлено, що найвищу врожайність насіння сочевиці отримано за поєднання внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння бульбочковими бактеріями (варіант дослідів  $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mo$ ). Поєднання інокуляції насіння з внесенням мінеральних добрив активізує процеси росту й розвитку рослин і сприяє зростанню врожайності на 0,25–0,92 т/га відповідно до контрольного варіанту без внесення добрив.*

**Ключові слова:** сочевиця, мінеральні добрива, інокуляція, біопрепарат, урожайність.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пошук найбільш ефективних прийомів підвищення врожайності особливо цінних, що користуються широким попитом зернобобових культур, поліпшення якості продукції, забезпечення переробної промисловості екологічно безпечною сировиною є

актуальним завданням і має важливе народногосподарське значення у стабілізації сільськогосподарського виробництва [1].

В умовах, коли сільськогосподарське виробництво ведеться без достатніх капітальних вкладень, виникла необхідність розробки більш досконалих технологій вирощування сільськогосподарських культур з отриманням не тільки стабільних врожаїв, а й високоякісної конкурентоспроможної зернової продукції [2].

Одним із пріоритетних напрямків світового сучасного землеробства є саме використання можливостей симбіотичної азотфіксації для підвищення продуктивності бобових культур і родючості ґрунту.

Не менш важливим і відкритим нині питанням є забезпечення високоефективного симбіозу бобових культур із відповідними видами бульбочкових бактерій. Азотфіксувальний потенціал симбіозу бобових культур з ризобіями, присутніми у ґрунті (аборигенними), часто обмежений їх невисокою активністю або недостатньою кількістю бактерій у зоні проростання насіння. У зв'язку з цим у технологіях вирощування бобових культур обов'язковим агрозаходом повинна бути передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами селекційних штамів відповідних ризобій, яка не тільки підвищує продуктивність рослин, а ще й сприяє інтродукції у ґрунтові мікробіоценози високоефективних штамів бульбочкових бактерій [3, 4].

Дослідження продуктивності біологічної фіксації атмосферного азоту і її значення в азотному балансі ґрунту відноситься до актуальних задач сільськогосподарського виробництва. Першорядна роль у накопиченні біологічного азоту належить бобовим рослинам у симбіозі з бульбочковими бактеріями [5, 6]. Інокуляція насіння бобових культур бактеріальними препаратами позитивно впливає на загальний стан рослин: вони мають кращі біометричні показники, відзначаються високим ступенем метаболічних процесів, зокрема фотосинтезу та азотфіксації, характеризуються підвищеною резистентністю до фітопатогенів, що, у цілому, позначається на формуванні високої урожайності [7].

Важливою особливістю рослин сочевиці є здатність вступати у симбіотичні взаємовідносини з бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium leguminosarum*, і завдяки біологічній азотфіксації засвоювати з атмосфери за вегетаційний період до 140 кг/га молекулярного азоту [7, 8].

Розміри симбіотичної азотфіксації значно залежать від умов мінерального живлення рослини-господаря: так, нестача одного з елементів негативно позначається на інтенсивності синтезу азотовмісних органічних сполук, ростових процесах рослин, зменшенні врожайності і зниженні вмісту білка в зерні.

Аналіз літературних джерел свідчить, що внесення невеликих доз азотних добрив ( $N_{20-45}$ ) взагалі не позначається на інтенсивності азотфіксації, або виявляє слабкий гальмівний вплив. При застосуванні більш високих доз азотних добрив ( $N_{60-90}$ ) різко знижується кількість бульбочок та їх симбіотична активність [9]. Тому вивчення впливу інокуляції насіння бактеріальними препаратами у поєднанні з внесенням мінеральних добрив на формування продуктивності сочевиці є актуальним [10].

**Методика досліджень.** Дослідження проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва, розміщеному в Середньобузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Згідно ДСТУ 4362:2004 у шарі 0–20 см він має підвищений вміст гумусу та рухомих сполук фосфору й калію, низький вміст азоту легкогідролізованих сполук і рухомих сполук сірки. Реакція ґрунтового розчину слабокисла.

Дослід закладали за схемою, наведеною в табл. Вирощували сорт сочевиці Антоніна після пшениці озимої. Повторність досліду триразова. Площа дослідної ділянки 36 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Технологія вирощування сочевиці, за виключенням складових, що вивчалися в досліді, відповідає рекомендаціям для Лісостепової зони України.

Фосфорні, калійні та молібденові добрива вносилися восени у вигляді суперфосфату подвійного, калію хлористого та молібдату амонію; азотні –

навесні, під передпосівну культивуацію у вигляді аміачної селітри і сульфат амонію. Для інокуляції насіння використовували мікробіологічний препарат з розрахунку 100 мл на одну гектарну норму насіння. Інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями проводили за дві години до сівби.

**Результати досліджень.** Урожайність сочевиці в досліді істотно залежала від погодних умов вегетаційного періоду та агротехнологічних заходів, які вивчають у досліді, і змінювалася від 2,06 до 2,87 т/га. Дослідженнями також встановлено, що врожайність насіння сочевиці значно залежить від рівня удобрення (табл.).

**Табл. 1. Урожайність насіння сочевиці залежно від мінерального удобрення та інокуляції, т/га**

Варіант досліду	Без інокуляції			З інокуляцією		
	2018 р.	2019 р.	Середнє	2018 р.	2019 р.	Середнє
Без добрив (контроль)	1,89	2,22	2,06	2,04	2,38	2,21
P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> – фон	2,02	2,49	2,26	2,23	2,68	2,46
K <sub>40</sub> + N <sub>60</sub>	2,23	2,77	2,50	2,45	2,93	2,69
P <sub>30</sub> + N <sub>60</sub>	2,40	2,86	2,63	2,67	3,06	2,87
Фон + N <sub>30</sub>	2,17	2,55	2,36	2,46	2,81	2,64
Фон + N <sub>30</sub> S <sub>34</sub>	2,32	2,74	2,53	2,67	3,04	2,86
Фон + N <sub>60</sub>	2,48	3,08	2,78	2,74	3,26	3,00
Фон + N <sub>30</sub> + Мо	2,31	2,74	2,53	2,66	3,01	2,84
Фон + N <sub>30</sub> S <sub>34</sub> + Мо	2,45	2,88	2,67	2,86	3,22	3,04
Фон + N <sub>60</sub> + Мо	2,59	3,15	2,87	2,90	3,35	3,13
<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,14</i>	<i>0,16</i>	–	<i>0,15</i>	<i>0,17</i>	–

Зауважимо, що проведення інокуляції насіння дає змогу одержати достовірний приріст урожаю в усіх варіантах досліду. Розмір його різний і

змінюється в середньому за роки досліджень від 11 % на тлі  $P_{30}K_{40}$  до 42 % (варіант Фон +  $N_{60}$  + Мо).

У результаті досліджень впливу різних доз мінерального живлення при інокуляції штамом бульбочкових бактерій на врожайність насіння сочевиці виявлено, що за два роки її врожайність була найбільшою у варіантах із внесенням 60 кг/га д. р. азотних добрив і молібдату амонію на фосфорно-калійному фоні, що в середньому за два роки проведення досліджень становить 3,13 т/га, або на 0,92 т/га більше порівняно з контрольним варіантом. За роки досліджень встановлено істотний вплив досліджуваних чинників на врожайність сочевиці.

Завдяки внесенню фосфорних і калійних добрив у дозі по 30 кг/га д. р. у середньому за роки досліджень без інокуляції прибавка врожайності до контролю становила 0,2 т/га або 10 %, а при проведенні інокуляції – 0,25 т/га або 11 %. В результаті покращення умов мінерального живлення завдяки внесенню азотних добрив на фосфорно-калійному фоні без інокуляції в дозах 30 і 60 кг/га д. р. одержано прибавки відповідно 0,30 і 0,43 т/га або 14 і 19 %, а при проведенні інокуляції – 0,72 і 0,79 т/га або 35 і 36 %.

Інокуляції досліджуваним штамом бульбочкових бактерій у варіанті із внесенням 30 кг/га д. р. азотних добрив і молібдату амонію на фосфорно-калійному фоні формувало прибавку врожайності відповідно 0,63 т/га, або на 29 % більше до контролю.

При проведенні інокуляції і заміні аміачної селітри на сульфат амонію із добавлянням молібдату амонію (варіант Фон +  $N_{30}S_{34}+Mo$ ) сприяє підвищенню врожайності сочевиці на 0,83 т/га, або на 37 % порівняно з варіантом без внесення добрив.

Згідно з проведеними розрахунками одержана прибавка врожайності рослин сочевиці у варіантах з сумісним використанням передпосівної інокуляції досліджуваним біопрепаратом та мінеральними добривами була більшою, ніж сума досліджуваних чинників окремо взятих. Прибавка врожайності сочевиці у варіантах з інокуляцією і повного удобрення була

неістотно більшою, ніж сума часток впливу кожного. Потрібно зазначити, що на створення прибавки врожаю бактеріальні препаратами мали неістотно більший вплив, ніж внесення повного мінерального добрива. Тому покращення умов мінерального живлення є головним досліджуваним чинником підвищення врожайності сочевиці, а також економічні та екологічні переваги проведення інокуляції, а отже стає зрозумілим, що цей елемент системи удобрення повинен бути обов'язковою частиною технології вирощування культури.

**Висновки.** Встановлено позитивний вплив мінерального живлення та інокуляції насіння біопрепаратом на врожайність насіння сочевиці. Для підвищення врожайності насіння сочевиці необхідно застосовувати мінеральні добрива й обробляти насіння біопрепаратом. Інокуляція насіння сочевиці препаратами азотфіксувальних бактерій повинна бути обов'язковим агротехнологічним заходом на чорноземі опідзоленому. Застосування інокуляції біопрепаратом сприяє отриманню прибавки урожайності сочевиці 0,92 т/га, або 42 % порівняно з ділянками без добрив. Найраціональнішим є застосування біопрепарату на фоні фосфорних, калійних і молібденових добрив із внесенням під передпосівну культивуацію 60 кг/га д. р. азотних добрив.

### Література

1. Бабич А. О., Побережна А. А. Економічні проблеми формування світових ресурсів рослинного білка. *Зб. наук. пр. Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2005. Вип. 13. С. 482–485.
2. Васютин А. С. Зернобобовые культуры – основной источник растительного белка. *Полевое кормопроизводство*. 1996. № 4. С. 26.
3. Бутвина О. Ю., Толкачев Н. З., Князева А. В. Высококонкурентные штаммы клубеньковых бактерий – основа эффективности биопрепаратов. *Мікробіологічний журнал*. 1997. № 4. С. 123–131.

4. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Петриченко Н. М. Ефективність застосування різних штамів бактеріальних препаратів при вирощуванні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 122–125.

5. Ибатуллина Р. П. Экологические аспекты применения биопрепаратов в республике Татарстан: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 – экология. Казань, 2011. 23 с.

6. Кулініч О. О. Генетичний потенціал продуктивності сочевиці. Збірник наукових ННЦ «Інститут землеробства НААН». Вип. 1–2. 2009. С. 209–214.

7. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів, 2010. С. 41–47.

8. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на півдні України. Зрошуване землеробство: збірник наукових праць. Вип. 65. 2016. С. 104–107.

9. Гракова Т. В. Применение бактериальных препаратов и регуляторов роста в посевах сои. Матер. VI Междунар. конф. молодых ученых и специалистов / ВНИИМК. Москва, 2011. С. 70–72

10. Волкогон В. В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2006. Вип. 4. С. 21–28.

## References

1. Babich, A. A., Poberezhnaya, A. A. (2005). Economic problems of the formation of world resources of vegetable protein. *Satsciences. etc. Podolsk Agricultural Technical University*, no. 13, pp. 482–485.

2. Vasyutin, A. S. (1996). Legumes the main source of vegetable protein. *Field feed production*, no. 4, pp. 26.

3. Butvina, A. Y., Tolkachev, N. S., Knyazev, A. V. (1997) Highly competitive strains of nodule bacteria are the basis for the effectiveness of biological products. *Microbiological journal*, no. 4, pp. 123–131.

4. Kolesnik, S. I., Venediktov, A. N., Petrichenko, N. M. (2003). The effectiveness of the use of various strains of bacterial preparations in the cultivation of soy. *Feed and feed production*, no. 51, pp. 122–125.
5. Ibatullin, R. P. (2011). Ecological aspects of the use of biological products in the Republic of Tatarstan: Abstract. dis. for the competitions scientist. Degrees of cand. biol. Science: 02.03.08 – ecology/ G.P. Ibatullin. Kazan, 2011. 23 p.
6. Kulinich, O. O. (2009). Genetic potential of lentil productivity. *Collection of scientific NSC "Institute of Agriculture NAAS"*, no. 1–2, pp. 209–214.
7. Likhochvor, V.V., Petrichenko, V. F. (2010). Plant growing. Modern intensive technologies for growing the main field crops. Lviv, 2010, pp. 41–47.
8. Petkevich, Z. Z., Melnichenko, G. V. (2016) Chickpeas, lentils – promising legumes for growing in southern Ukraine. *Irrigated agriculture: a collection of scientific papers*, no. 65, pp. 104–107.
9. Grakova, T. V. (2011). The use of bacterial preparations and growth regulators in crops. VI International conf. Young scientists and specialists. VNIIMK. M., 2011. pp. 70–72.
10. Volkogon, V. V. (2006). Microbial preparations as a factor in increasing the digestibility of mineral fertilizers by plants. *Agricultural Microbiology*, no. 4, pp. 21–28.

#### *Аннотация*

***Рассадина И. Ю., Недвыга Н. В., Никитина О. В., Мусиенко Л. А.***

***Влияние минерального удобрения и инокуляцию на производительность чечевицы***

*В статье было установлено, что наивысшую урожайность семян чечевицы получено за совмещение внесения минеральных удобрений и инокуляции (вариант  $P_{30}K_{40}+N_{60}+Mo$ ). Сочетание инокуляции семян с внесением минеральных удобрений активизирует процессы роста и развития растений и способствует росту урожайности на 0,25-0,92 т/га*



*соответственно до контрольного варианта без внесения удобрений.*

*За счет внесения фосфорных и калийных удобрений в дозе  $P_{30}K_{40}$  в среднем за годы исследований без инокуляции прибавка урожайности к контролю составляет 0,2 т/га или 10 %, а при проведении инокуляции – 0,25 т/га или 11 %. В результате улучшения условий минерального питания за счет внесения азотных удобрений на фосфорно-калийном фоне без инокуляции в дозах 30 и 60 кг/га д. в. получено в соответствии прибавки 0,30 и 0,43 т/га или 14 и 19 %, а при проведении инокуляции – 0,72 и 0,79 т/га или 35 и 36 %.*

*Инокуляции исследуемым штаммом клубеньковых бактерий в варианте с внесением 30 кг/га д. в. азотных удобрений и молибдата аммония на фосфорно-калийном фоне формировало прибавку урожайности соответственно 0,63 т/га, или на 29 % больше по контролю.*

*При проведении инокуляции замена аммиачной селитры на сульфат аммония с добавлением молибдата аммония (вариант Фон+ $N_{30}S_{34}+Mo$ ) способствует повышению урожайности чечевицы на 0,83 т/га, или на 37 % по сравнению с вариантом без внесения удобрений.*

*Инокуляция семян чечевицы препаратами азотфиксирующих бактерий должна быть обязательным агротехнологический заходом на черноземе оподзоленном. Рациональным является применение Ризостиму на фоне фосфорных, калийных и молибденовых удобрений при внесении под предпосевную культивацию 60 кг/га азотных удобрений.*

**Ключевые слова:** чечевица, минеральные удобрения, инокуляция, биопрепараты, урожайность.

### *Annotation*

***Rassadyna I. Y., Nedvyga N. V., Nikitina O. V., Musienko L. A.***

***Effect of mineral fertilizer and inoculation on lentil performance***

*The article found that the highest yield of lentil seeds was obtained by combining the application of mineral fertilizers and inoculation*

(variant  $P_{30}K_{40}+N_{60}+Mo$ ). The combination of seed inoculation with the application of mineral fertilizers activates the growth and development of plants and contributes to an increase in productivity by 0,25–0,92 t/ha, respectively, up to the control option without fertilizing.

Due to the introduction of phosphorus and potassium fertilizers in a dose of  $P_{30}K_{40}$ , on average over the years of research without inoculation, the yield increase to the control is 0,2 t/ha or 10 %, and during inoculation – 0,25 t/ha or 11 %. As a result of improving the conditions of mineral nutrition due to the introduction of nitrogen fertilizers on a phosphorus-potassium background without inoculation at doses of 30 and 60 kg/ha d. obtained in accordance with the increase of 0,30 and 0,43 t/ha or 14 and 19 %, and during inoculation – 0,72 and 0,79 t/ha or 35 and 36 %.

Inoculation of the studied strain of nodule bacteria in the variant with 30 kg/ha d. nitrogen fertilizers and ammonium molybdate against a phosphorus-potassium background formed a yield increase of 0,63 t/ha, respectively, or 29 % more in control. During inoculation, the replacement of ammonium nitrate with ammonium sulfate with the addition of ammonium molybdate (variant  $P_{30}K_{40}+N_{30}S_{34}+Mo$ ) increases the yield of lentils by 0,83 t/ha, or by 37 % compared to the version without fertilizers.

Inoculation of lentil seeds with nitrogen-fixing bacteria preparations should be mandatory agrotechnological approach on podzolized chernozem. It is rational to use Rizostim against phosphorus, potassium and molybdenum fertilizers when applying 60 kg/ha of nitrogen fertilizers under pre-sowing cultivation.

**Keywords:** lentils, mineral fertilizers, inoculation, biological products, productivity.