

ВИНЕСЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ СОЧЕВИЦЕЮ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Г. М. ГОСПОДАРЕНКО, доктор сільськогосподарських наук
Л. А. МУСІЄНКО, викладачка
Уманський національний університет садівництва

Винесення елементів живлення визначається кількістю їх накопичення в тій частині врожаю, що виноситься з поля. Вважається, що дані про винесення поживних речовин рослинами та їх витрати на формування одиниці продукції врожаю постійно потребують оновлення та коригування. Розглянуто вплив різних доз мінеральних добрив та інокуляції на винесення елементів живлення сочевицею з ґрунту на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: сочевиця, мінеральні добрива, дози і поєднання добрив, інокуляція, чорнозем опідзолений.

Всі сільськогосподарські культури упродовж вегетації поглинають елементи живлення на формування врожаю з різною інтенсивністю та співвідношенням, і при формуванні високого врожаю ці показники змінюються [8]. На величину винесення значно впливає культура, що вирощується, рівень її урожайності та особливості удобрення [7, 11]. Вважається, що дані винесення елементів можуть бути корисними для оцінювання ступеня їх доступності рослинам і рівня родючості ґрунту [7]. Також ці показники будуть неоднакові залежно від ґрунтово-кліматичної зони [10]. Так, для прикладу, горох за вирощування в зоні Полісся, на формування 1 т насіння та відповідної кількості соломи витрачає: азоту – 16 кг, фосфору – 23 кг, калію також 23 кг, а за вирощування в умовах Степу ці показники зміняться відповідно до: 14, 20 та 20 кг [5]. Тому, уточнення цих показників для окремих культур у певних ґрунтово-кліматичних умовах є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для визначення норм добрив на запланований урожай майже всіма балансово-розрахунковими методами, а також для визначення балансу поживних елементів базовою основою є величина винесення елементів живлення [13]. Накопичення і як наслідок винесення поживних речовин культурою в значній мірі залежить від біологічного врожаю та їх концентрації у рослині на клітинному рівні [2]. Динаміка вмісту елементів живлення в рослинах зумовлена дією чинників, серед яких найбільш визначальними є удобрення [4], чергування культур у сівозміні [6], реакції ґрунтового розчину [2]. Кількість накопичених елементів живлення в зібраній продукції визначає їх вилучення із ґрунту. Вилучення всієї надземної продукції польових культур із полів має негативний вплив на

властивості ґрунту та колообіг поживних речовин. Видалення соломи робить більш швидке виснаження поживних речовин з ґрунту, порівняно із вилученням лише зернової продукції [3].

Так, за даними учених [9, 12], у середньому на формування 1 т зерна сочевиця виносить з ґрунту, кг: N – 58, P₂O₅ – 20 і K₂O – 28. Однак відомо також, що сочевиця може частково забезпечувати себе азотом завдяки симбіотичній азотфіксації [9, 12, 13].

Отже, потреба рослин у елементах живлення визначається величиною винесення їх з тією частиною продукції, яка вивозиться з поля під час збирання врожаю, а та частина, що залишається на полі, формується завдяки поживним речовинам ґрунту [1, 7].

Метою проведення досліджень було вставлення впливу удобрення та інокуляції на винесення поживних елементів з ґрунту сочевицею на чорноземі опідзоленому.

Методика досліджень. Польові досліди проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва. Вирощували сочевицю сорту Антоніна після ячменю ярого. Площа дослідної ділянки 36 м², облікової – 25 м², з триразовою повторністю. Агротехнологія вирощування сочевиці відповідала рекомендаціям для Лісостепової зони України.

За контроль був варіант без застосування мінеральних добрив та інокуляції насіння препаратом бульбочкових бактерій.

Згідно схеми досліду фосфорні й калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого; навесні, під передпосівну культивуацію аміачну селітру та сульфат амонію. Вивчали дію та взаємодію двох чинників: удобрення, інокуляція. Інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями проводили за дві години до сівби.

Результати досліджень. Встановлено, що складові системи удобрення сочевиці впливали на господарське винесення елементів живлення посівами. Найменша кількість азоту, фосфору та калію була винесена сочевицею у контрольному варіанті без застосування добрив та інокуляції – відповідно 68, 23 та 40 кг/га. На аналогічному варіанті із проведенням інокуляції зазначені показники збільшувалися відповідно на 6, 3 і 5 кг/га (табл. 1).

Удобрення сочевиці зумовило зростання господарського винесення поживних речовин посівами. Це пояснюється з однієї сторони збільшенням вмісту елементів живлення у основній і нетоварній продукції, а з іншого – зростанням урожайності сочевиці.

Залежно від системи удобрення господарське винесення азоту становило 75–108 кг/га без інокуляції і 83–120 кг/га з інокуляцією, фосфору та калію відповідно 27–37 і 29–40 кг/га та 44–63 і 48–68 кг/га.

Серед досліджуваних варіантів найвище господарське винесення азоту 120 кг/га відмічено на ділянках, де проводилася передпосівна обробка насіння азотфіксувальними бактеріями, вносилися азотні (N₃₀) та сірковмісні (S₃₄) добрива на тлі P₃₀K₄₀.

Табл. 1. Господарське винесення елементів живлення рослинами сочевиці залежно від удобрення та інокуляції (2018–2021 рр.), кг/га

Варіант досліду	Без інокуляції			З інокуляцією		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	68	23	40	74	26	45
P ₃₀ K ₄₀ – фон	75	27	44	83	29	48
K ₄₀ + N ₆₀	91	29	54	103	31	61
P ₃₀ + N ₆₀	99	34	56	109	36	62
Фон + N ₃₀	92	31	53	104	34	59
Фон + N ₃₀ S ₃₄	99	33	58	112	37	63
Фон + N ₆₀	104	36	62	114	39	68
Фон + N ₃₀ + Мо	96	34	56	107	37	63
Фон + N ₃₀ S ₃₄ + Мо	101	36	59	116	39	68
Фон + N ₆₀ + Мо	108	37	63	120	40	72

При цьому необхідно зазначити, що збільшення винесення азоту спричинило і зростання господарського винесення фосфору та калію з ґрунту. У цьому ж варіанті досліду за проведеними розрахунками з урожаєм основної та нетоварної продукції було винесено рослинами більше на 3 кг/га фосфору та 9 кг/га калію, ніж у варіанті без інокуляції.

Для проведення розрахунків доз добрив і балансу поживних речовин на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу слід брати такі показники винесення основних елементів живлення на 1 т насіння та відповідної кількості соломи: азоту 47 кг, 16 – P₂O₅ і 28 кг K₂O.

На основі отриманих даних розраховано ефективність інокуляції насіння сочевиці, яка базується на основі показників господарського винесення азоту з урожаєм, його вмісту в ґрунті та кількості внесення з мінеральними добривами (табл. 2). Результатами агрохімічного обстеження ґрунту дослідної ділянки та відповідними розрахунками встановлено, що перед закладанням досліду вміст мінеральних сполук азоту в ґрунті становив 83,7 кг/га, а з урахуванням коефіцієнта використання азоту з ґрунту для рослин сочевиці доступно було тільки 32,6 кг/га.

Найменший показник (22,4 кг/га) симбіотично фіксованого азоту відмічено у варіанті досліду без проведення передпосівної інокуляції насіння азотфіксувальними мікроорганізмами і за внесення K₄₀ + N₆₀, а найбільший (65,4 кг/га) на ділянках із використанням симбіотичних азотфіксувальних мікроорганізмів, внесенням азотних (N₃₀) та сірчанних (S₃₄) мінеральних добрив на фосорно-калійному тлі (P₃₀K₄₀) та застосування молібдату амонію. Наведені дані вказують на необхідність та важливість використання для удобрення сочевиці крім макроелементів також і сірки та молібдену, які беруть безпосередню участь у процесах фіксації й перетворенню азоту в рослинах [1].

Табл. 2. Основні показники ефективності інокуляції насіння сочевиці, 2018–2021 рр.

Варіант досліджу	Господарське виведення азоту, кг/га	Вміст азоту в ґрунті перед закладанням досліджу	Розрахункове засвоєння азоту з ґрунту, кг/га	Внесено азоту з мінеральними добривами, кг/га	Коефіцієнт використання азоту з мінеральних добрив	Розрахункове засвоєння азоту з мінеральних добрив, кг/га	Розрахункове накопичення азоту посівами сочевиці завдяки симбіотичній азотфіксації, кг/га	Збільшення фіксації атмосферного азоту завдяки інокуляції	Грошовий еквівалент економії мінерального азоту завдяки інокуляції, грн/га
Без добрив (контроль)	$\frac{68}{74}$	83,7	32,6	0	0,6	0	$\frac{35,4}{41,4}$	6,0	612
P ₃₀ K ₄₀ – фон	$\frac{75}{83}$			0		0	$\frac{42,4}{50,4}$	8,0	816
K ₄₀ + N ₆₀	$\frac{91}{103}$			60		36	$\frac{22,4}{34,4}$	12,0	1224
P ₃₀ + N ₆₀	$\frac{99}{109}$			60		36	$\frac{30,4}{40,4}$	10,0	1020
Фон + N ₃₀	$\frac{92}{104}$			30		18	$\frac{41,4}{53,4}$	12,0	1224
Фон + N ₃₀ S ₃₄	$\frac{99}{112}$			30		18	$\frac{48,4}{61,4}$	13,0	1326
Фон + N ₆₀	$\frac{104}{114}$			60		36	$\frac{35,4}{45,4}$	10,0	1020
Фон + N ₃₀ + Мо	$\frac{96}{107}$			30		18	$\frac{45,4}{56,4}$	11,0	1122
Фон + N ₃₀ S ₃₄ + Мо	$\frac{101}{116}$			30		18	$\frac{50,4}{65,4}$	15,0	1530
Фон + N ₆₀ + Мо	$\frac{108}{120}$			60		36	$\frac{39,4}{51,4}$	12,0	1224

Примітка: над рискою – без інокуляції, під рискою – з інокуляцією.

Приріст фіксованого азоту завдяки інокуляції становив 6–12 кг/га. Станом на 1.12.2022 року ринкова ціна найбільш популярного азотного добрива – аміачної селітри становила 35000 грн/т, враховуючи вміст діючої речовини у добриві (34,4%), вартість 1 кг азоту відповідно складає 102 грн.

Для визначення грошової ефективності застосування азотфіксувальних мікроорганізмів, проведено розрахунки на основі показника можливого приросту фіксованого атмосферного азоту та вартості 1 кг мінерального азоту. Встановлено, що грошовий еквівалент зекономленого завдяки інокуляції азоту становить 612–1530 грн/га залежно від варіанта удобрення. Найменшим він виявився у контрольному варіанті без добрив – 612 грн/га, а найбільшим – 1530 грн/га за внесення азотних (N₃₀) та сірчаних (S₃₄) мінеральних добрив на фосфорно-калійному тлі P₃₀K₄₀ та застосуванні молибдату амонію.

Висновки. Відмічена залежність господарського винесення елементів живлення від удобрення та інокуляції. Найбільшу частку господарського виносу становить азот – 68–108/74–120 кг/га без та із інокуляцією відповідно, потім калію – 40–63/45–72 та фосфору – 23–37/26–40 кг/га відповідно без/з інокуляцією. Поряд з азотом, інокуляція сприяє підвищенню засвоєння рослинами фосфору і калію. Грошовий еквівалент економії мінерального азоту добрив завдяки інокуляції становить 612–1530 грн/га залежно від системи удобрення сочевиці. Показник винесення елементів живлення на 1 т насіння сочевиці та відповідну кількість соломи на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу становить: азоту 47 кг, 16 кг P₂O₅ і 28 кг K₂O.

Література:

1. Господаренко Г. М. *Агрохімія* : підручник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.
2. Господаренко Г. М. Основні принципи побудови системи удобрення в польовій сівозміні. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. 2002. С. 200–203.
3. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Винесення основних елементів живлення з ґрунту культурами польової сівозміни за різного удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник*. 2021. Вип. 91. С. 31–40.
4. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина. За ред. А.І. Фатєєва і В.Л. Самохвалової. Харків : КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
5. Криштаб С. Г. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур. (Методика визначення економічної ефективності застосування добрив). Київ : Урожай, 1987. С. 189–201.
6. Носко Б. С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків : ФОП «Бровін О. В.», 2017. 476 с.
7. Носко Б. С., Христенко А. О. Діагностика мінерального живлення. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. Київ : Урожай, 1990. С. 31–61.
8. Польовий В. М., Яценко Л. А., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Винесення та повернення основних елементів живлення з продукцією ячменю (*Hordeum vulgare* L.) на провапнованому дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 13–19.
9. Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Слободянюк С. В. Сочевиця. Біологія та вирощування. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.
10. Ткаченко М.А., Драч Ю.О. Видове генотипове співвідношення елементів живлення як основа оптимізації удобрення сільськогосподарських культур. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 1. С. 113–123.

11. Філіп'єв І. Д., Біднина І. О., Степанова І. М. Витрати елементів живлення льоном олійним на формування врожаю. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 61. С. 12–16.

12. Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці: науково-виробниче видання. Дніпропетровськ, 2013. 48 с.

13. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd edition. Edited by P. Marschner. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. Academic Press, 2012. 684 p.

References

1. Hospodarenko, H. M. (2019). *Agrochemistry*. Kyiv: LLC «SIK HRUP UKRAINA», 2019. 560 p. (in Ukrainian).

2. Hospodarenko, H. M. (2002). Basic principles of building a fertilization system in field crop rotation. *Agrochemistry and soil science (special issue)*, 2002, no. 3. pp. 200–203 (in Ukrainian).

3. Hospodarenko, H. M., Cherny, O. D., Martyniuk, A. T., Boiko, V. P. (2021). Removal of the main nutrients from the soil by crops of field crop rotation under various fertilizers. *Agrochemistry and soil science. Interdepartmental thematic scientific collection*, 2021, no. 91. pp. 31–40 (in Ukrainian).

4. Fatieiev, A. I., Samokhvalova, V. L. (2012). *Diagnostics of the state of chemical elements of the soil-plant system*. Kharkiv: ME «Miskdruk», 2012. 146 p. (in Ukrainian).

5. Kryshchak, S. H. (1987). *Handbook on fertilization of agricultural crops. (Methodology for determining the economic efficiency of fertilizer application)*. Kyiv: Urozhai, 1987, pp. 189–201 (in Ukrainian).

6. Nosko, B. S. (2017). Phosphorus in soils and agriculture of Ukraine. Kharkiv : ІЕ «Brovin O. V.», 2017. 476 p. (in Ukrainian).

7. Nosko, B. S., Khrystenko, A. O. (1990). *Diagnostics of mineral nutrition. Fertilization of field crops with intensive cultivation technologies*. Kyiv : Urozhai, 1990, pp. 31–61 (in Ukrainian).

8. Polovyi, V. M., Yashchenko, L. A., Rovna, H. F., Huk, B. V. (2021). Removal and return of the main nutrients with barley (*Hordium vulgare* L.) production on the calcified sod-podzolic soil of the Western Polissia. *Bulletin of the poltava state agricultural academy*, 2021, no. 2, pp. 13–19. (in Ukrainian).

9. Prisyazhniuk, O. I., Topchii, O. V., Slobodianiuk, S. V. (2020). *Lentil. Biology and cultivation*. Vinnytsia : LLC «TVORY», 2020. 180 p. (in Ukrainian).

10. Tkachenko, M. A., Drach, Yu. O. (2016). The specific genotypic ratio of nutrients as a basis for optimizing the fertilization of agricultural crops. *Collection of scientific papers National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine"*, 2016, no. 1, pp. 113–123. (in Ukrainian).

11. Filipiev, I. D., Bidnyna, I. O., Stepanova, I. M. (2008). Consumption of nutrients by oilseed flax for crop formation. *Taurian Scientific Bulletin*, 2008, no. 61, pp. 12–16. (in Ukrainian).

12. Cherenkov, A. V., Klysha A. I., Hyrka A. D. Et al. (2013). Modern technology of growing lentils: scientific and production edition. Dnipropetrovsk, 2013. 48 p. (in Ukrainian).

13. Marschner, P. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd edition. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. Academic Press, 2012. 684 p.

Annotation

Hospodarenko H. M., Musiienko L. A.

Removal of nutrients by lentils depending on fertilization in the right-bank forest-steppe

The relevance of research of this issue lies in the fact that different crops, depending on the soil and climatic conditions, as well as agrotechnology of cultivation, manifest and carry out different nutrients for the formation of a unit of crop of the main and corresponding amount of non-commodity products.

It was established that the components of the lentil fertilizer system influenced the economic removal of nutrients. The smallest amount of nitrogen, phosphorus and potassium was carried out by lentils in the determinant version without the use of fertilizers and inoculation – 68, 23 and 40 kg/ha, respectively. In the same variant with inoculation, these indicators increased by 6, 3 and 5 kg/ha, respectively. Depending on the fertilization system, the economic excretion of nitrogen was 75–108 kg/ha without inoculation and 83–120 kg/ha with inoculation, phosphorus and potassium 27–37 and 29–40 kg/ha and 44–63 and 48–68 kg/ha, respectively.

To determine the monetary efficiency of the use of nitrogen -fixing microorganisms, calculations were made on the basis of a possible increase in fixed atmospheric nitrogen and the cost of 1 kg of mineral nitrogen. It is established that the monetary equivalent of saved due to nitrogen inoculation is 612–1530 UAH/ha, depending on the fertilizer option. It was the smallest in the control version without fertilizers – 612 UAH/ha, and the largest – 1530 UAH/ha for application of nitrogen (N_{30}) and sulfur (S_{34}) mineral fertilizers on a phosphorus-potassium background $P_{30}K_{40}$ and the use of ammonium molybdate.

Therefore, the dependence of the economic removal of nutrients on fertilization and inoculation is established. The largest proportion of economic removal is nitrogen – 68–108/74–120 kg/ha without inoculation respectively, then potassium – 40–63/45–72 and phosphorus – 23–37/26–40 kg/ha, respectively with and without inoculation. Along with nitrogen, inoculation promotes the absorption of phosphorus and potassium plants. The indicator of feeding elements per 1 ton of lentils and the corresponding amount of straw on the podzolic black soil of the right-bank forest-steppe is: 47 kg of nitrogen, 16 kg of P_2O_5 and 28 kg of K_2O .

Key words: *lentils, mineral fertilizers, doses and combinations of fertilizers, inoculation, podzolic black soil.*