



УДК 631.81:633.367.2

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.26>

## ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ У РОСЛИНАХ ЛЮПИНУ ВУЗЬКОЛИСТОГО В УМОВАХ ПРИКАРПАТТЯ

У. М. Карбівська<sup>1</sup>, Г. М. Соловей<sup>2</sup>, Т. В. Пронюк<sup>3</sup>, В. М. Димид<sup>4</sup>

*У статті висвітлено результати досліджень щодо впливу удобрення на вміст макроелементів у рослинах люпину вузьколистого. Дослідження проводились на дослідному полігоні кафедри лісового і аграрного менеджменту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Методи дослідження: польовий, лабораторний, математичний, статистичний та розрахунковий.*

*Встановлено, що вміст фосфору в зерні люпину знаходиться майже на одному рівні від 408 до 474 мг/100 г для всіх зразків рослин, крім варіанту з внесенням Інтермаг Титан, де значення найменше (328 мг/100 г). Для люпину вузьколистого титанове добриво не сприяє засвоєнню рослинами фосфору. У листі рослин цей показник найвищим був на варіанті за внесення добрива БЛЕК ДЖЕК КС і становив 391 мг/100 г, що на 360 мг/100 г вище за варіант з внесенням мінеральних добрив. Така сама тенденція спостерігається для вмісту фосфору в корінні: найвищий показник для рослин був отриманий за внесення гумату (474 мг/100 г). Для решти варіантів значення знаходяться на одному рівні. Гумати є більш ефективним добривом для засвоєння фосфору люпином.*

*Стосовно калію, то найменша його кількість в зерні люпину спостерігалась на контролі (927 мг/100 г), а за внесення мінерального добрива в нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  вона збільшилась на 156 мг/100 г. Титанове добриво по впливу на засвоєння рослинами калію знаходиться на рівні*

<sup>1</sup> доктор сільськогосподарських наук, професор  
професор кафедри лісового і аграрного менеджменту  
(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ)  
e-mail: [uliana.karbivska@pnu.edu.ua](mailto:uliana.karbivska@pnu.edu.ua)  
ORCID: 0000-0002-0540-8887

<sup>2</sup> кандидат історичних наук, старший дослідник,  
завідувач відділу  
(Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, м. Київ)  
e-mail: [sol.galin99@gmail.com](mailto:sol.galin99@gmail.com)  
ORCID: 0000-0003-3156-3829

<sup>3</sup> аспірант  
(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ)  
e-mail: [taras.proniuk.22@pnu.edu.ua](mailto:taras.proniuk.22@pnu.edu.ua)  
ORCID: 0009-0000-5338-4640

<sup>4</sup> аспірант  
(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ)  
e-mail: [volodymyr.dymyd.23@pnu.edu.ua](mailto:volodymyr.dymyd.23@pnu.edu.ua)  
ORCID: 0009-0007-2421-0407

мінерального добрива. Кількість калію в листі найбільша для варіантів 2 і 4, менше для контролю і 3 варіанту. Вміст калію в корінні люпину найвищий у варіантах, де вносились мінеральні добрива і становив 1507 мг/100 г, що на 1123 мг/100 г більше порівняно з варіантом за внесення гумату.

Встановлено, що вміст магнію в листях люпину знаходився на рівні від 310 мг/100 г на варіанті з внесенням мінеральних добрив до 503 мг/100 г з внесенням гумату. Кількість магнію в зерні люпину коливалась від 65 мг/100 г до 141 мг/100 г, в корінні цей показник найвищим був на варіанті з внесенням мінеральних добрив і становив 113 мг/100 г.

**Ключові слова:** люпин вузьколистий, макроелементи, мінеральні добрива, гумати, листя, коріння, зерно.

## THE IMPACT OF FERTILIZATION ON THE ELEMENT CONTENT IN NARROW-LEAF LUPINE PLANTS UNDER THE CONDITIONS OF PRECARPATHIA

U. M. Karbivska, H. M. Solovei, T. V. Pronyuk, V. M. Dymyd

*The article presents the research results on the impact of fertilization on the macroelement content in narrow-leaf lupine plants. The research was conducted at the experimental field of the Department of Forestry and Agrarian Management of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. The methods used in the research included field, laboratory, mathematical, statistical, and computational methods.*

*It was found that the phosphorus content in lupine grains remains almost at the same level, ranging from 408 to 474 mg/100 g for all plant samples, except for the variant with the application of InterMag Titan, where the value is the lowest (328 mg/100 g). For narrow-leaf lupine, titanium fertilizer does not promote phosphorus absorption by the plants. In the plant leaves, this indicator was the highest in the variant with the application of BLACK JACK KS fertilizer, amounting to 391 mg/100 g, which is 360 mg/100 g higher than the variant with the application of mineral fertilizers. The same trend is observed for the phosphorus content in the roots: the highest indicator for the plants was obtained with the application of humate (474 mg/100 g). For the rest of the variants, the values remain at the same level. Humates are a more effective fertilizer for phosphorus absorption by lupine. Regarding potassium, the lowest amount in lupine grains was observed in the control (927 mg/100 g), while with the application of mineral fertilizer at the rate of N90P90K90, it increased by 156 mg/100 g. Titanium fertilizer's effect on potassium absorption by the plants is on the same level as mineral fertilizer. The potassium content in the leaves is highest for variants 2 and 4, lower for the control and variant 3. The potassium content in lupine roots is highest in the variants where mineral fertilizers were applied, amounting to 1507 mg/100 g, which is 1123 mg/100 g more compared to the variant with humate application.*

*It was found that the magnesium content in lupine leaves ranged from 310 mg/100 g in the variant with mineral fertilizer application to 503 mg/100 g with humate application. The magnesium content in lupine grains varied from 65 mg/100 g to 141 mg/100 g, and in the roots, this indicator was highest in the variant with mineral fertilizer application, amounting to 113 mg/100 g.*

**Key words:** narrow-leaf lupine, macroelements, mineral fertilizers, humates, leaves, roots, grains.

### Вступ

Вирощування зернобобових культур є ключовим фактором сталого розвитку агроєко-систем та підвищення ефективності агробізнесу (Ткачук та ін., 2019; Котельницька, 2020). У вирішенні проблеми рослинного білка важливе місце належить зернобобовим культурам, зокрема люпину білому та люпину вузьколистому, насіння яких відзначається високим вмістом сирого протеїну, комплексом незамінних амінокислот; культури не поступаються сої та кормовим бобам за харчовою цінністю та агротехнічним значенням у сівозміні (Камінський, 2004; Петриченко та ін., 2018).

В умовах сьогодення люпин вузьколистий – це цінна кормова та сидеральна культура, яка є джерелом збалансованого білку та сприяє вирішенню проблеми збереження природної родючості ґрунту, покращенню фітосанітарного стану агрофітоценозів і підвищенню їх продуктивності, тому він повинен зайняти належне місце в польових сівозмінах, а також в органічному землеробстві (Голодна, 2018; Голодна, 2021).

Україна посідає 9-те місце в світовому рейтингу найбільших виробників люпину. У 2020 році його експорт склав 4,2 тис. т на загальну суму \$1,4 млн. Виробники цієї

культури зазначають, що урожайність коливається від 500 кг до 3 т/га, все залежить від погоди в період жнив.

За останні 20 років середньорічні темпи падіння посівів під люпином становили 2,54%. У 2019 році загальні світові посівні площі під люпином склали 887,1 тис. га. Скорочення пояснюється тим, що люпин програє за урожайністю іншим зерновим та зернобобовим культурам. На жаль, обсяги вирощування люпину вузьколистого наразі не відповідають потребам сільськогосподарського виробництва, що можна пояснити відносно низькою і нестійкою урожайністю зерна (Чоловський, 2008).

Обов'язковими елементами технології вирощування люпину вузьколистого з метою інтенсифікації як вегетативного, так і генеративного розвитку, є застосування мінеральних добрив у основне внесення, а також позакореневе підживлення рослин для оптимального їх забезпечення елементами живлення в критичні періоди розвитку, передпосівне протруєння та інокулювання насіння препаратами на основі активних штамів азотфіксувальних бактерій (Марчук та ін., 2022).

Великий внесок у розвиток агротехнологічних і біологічних основ виробництва люпину зробили вчені А.О. Бабич, М.С. Корнійчук, Н.А. Майсурян, В.Ф. Петриченко, І.П. Проскура, Н.В. Солодюк та інші. Вони довели, що використання цієї культури в структурі сільськогосподарських угідь зберігає й значно покращує родючість ґрунту, а також є джерелом цінного рослинного білка, збалансованого за амінокислотним складом (Ратошняк, 2016; Ратошняк, 2020). Відомо, що це єдина бобова культура, яка не лише росте і дає високі врожаї на бідних, кислих, піщаних, дерново-підзолистих ґрунтах, а й підвищує їх родючість завдяки здатності бульбочкових бактерій роду *Rizobium* утворювати на кореневій системі бульбочки. У цих бульбочках відбувається засвоєння молекулярного азоту з атмосфери, тому посіви люпину можуть обходитися без азотних добрив. Ця особливість робить люпин незамінним попередником для наступних культур сівозміни. Завдяки спеціальним кореневим кислим виділенням, люпин здатний перетворювати важкорозчинні фосфати у легкозасвоєвані форми і включати їх у свої обмінні процеси (Мойсієнко та ін., 2014).

Метою роботи було визначення впливу удобрення на вміст макроелементів

в рослинах люпину вузьколистого в умовах Прикарпаття.

### Матеріал і методи

Дослідження проводились упродовж 2023 року на дослідному полігоні кафедри лісового і аграрного менеджменту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Польовий дослід був закладений рендомізованим способом у трьохкратному повторенні. В експерименті вивчали дію удобрення на вміст макроелементів у різних частинах рослини люпину вузьколистого. Висівали сорт Переможець, який внесений до Державного реєстру в 2013 році. Урожайність сухої речовини – 4,35–5,65 т/га; насіння – 1,67–2,31 т/га. Тривалість періоду вегетації складає 58–63 діб. Стійкість до вилягання 8,5–9,0 балів, обсіпання 8,6–9,0 балів, посухи 8,0–8,3 балів. Стійкість проти фузаріозу 9,0 балів.

Дослідженнями вивчалися чотири варіанти удобрення, за контроль взято варіант без добрив (обробка водою),  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , БЛЕК ДЖЕК КС, Інтермаг Титан (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідів

Люпин вузьколистий сорт Переможець	Контроль (без добрив, обробка водою) $N_{90}P_{90}K_{90}$ БЛЕК ДЖЕК КС Інтермаг Титан
------------------------------------	--

Сухе озолення проводили для рослин у фазі повної стиглості при температурі 530 °С протягом 30 хв. Одержували золу коріння, листя, стебла та зерна. Технологія вирощування люпину вузьколистого була загальноприйнятою для умов Прикарпаття України.

### Результати та їх обговорення

Фосфор є одним із найважливіших елементів для живлення рослин. Цей макроелемент формує енергетичну основу та резерв клітин рослин. Всі ключові біохімічні процеси відбуваються за участі фосфору, адже він є компонентом нуклеїнових кислот, нуклеотидів, ферментів, а також продуктів фотосинтезу та дихальних циклів (Стахів та ін., 2008; Коровецька та ін., 2009).

За результатами наших досліджень встановлено, що вміст фосфору в зерні люпину знаходиться майже на одному рівні від 408 до 474 мг/100 г для всіх зразків рослин, крім варіанту з внесенням Інтермаг Титан, де значення найменше (328 мг/100 г) (рис. 1).

Для люпину титанове добриво не сприяє засвоєнню рослинами фосфору.

Уміст фосфору в листі рослин найвищим був на варіанті за внесення добрива БЛЕК ДЖЕК КС і становив 391 мг/100 г, що на 360 мг/100 г вище за варіант з внесенням мінеральних добрив. Така сама тенденція спостерігається для вмісту фосфору в корінні: найвищий показник для рослин був отриманий за внесення гумату (474 мг/100 г). Для решти варіантів значення знаходяться на одному рівні.

Калій є одним із найважливіших елементів для живлення рослин. Більше ніж 60 ферментів активуються завдяки калію. Він сприяє гідратації протоплазми, знижує її в'язкість і підвищує вміст води. У рослин-

них клітинах калій існує в іонній формі та не входить до складу органічних речовин, тому він дуже рухливий, легко реутилізується і відіграє вагомую роль у транспортуванні іонів, водообміні та процесах осморегуляції рослини (Xu et al., 2002).

Найменша кількість калію в зерні люпину спостерігалась на контрольному варіанті (927 мг/100 г), при внесенні мінерального добрива в нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  вона збільшилась на 156 мг/100 г (рис. 2). Титанове добриво по впливу на засвоєння рослинами калію знаходиться на рівні мінерального добрива. Кількість калію в листі найбільша для варіантів 2 і 4, менше для контролю і 3 варіанту. Вміст калію в корінні люпину найбільший для рослин, які підживлювалися мінераль-

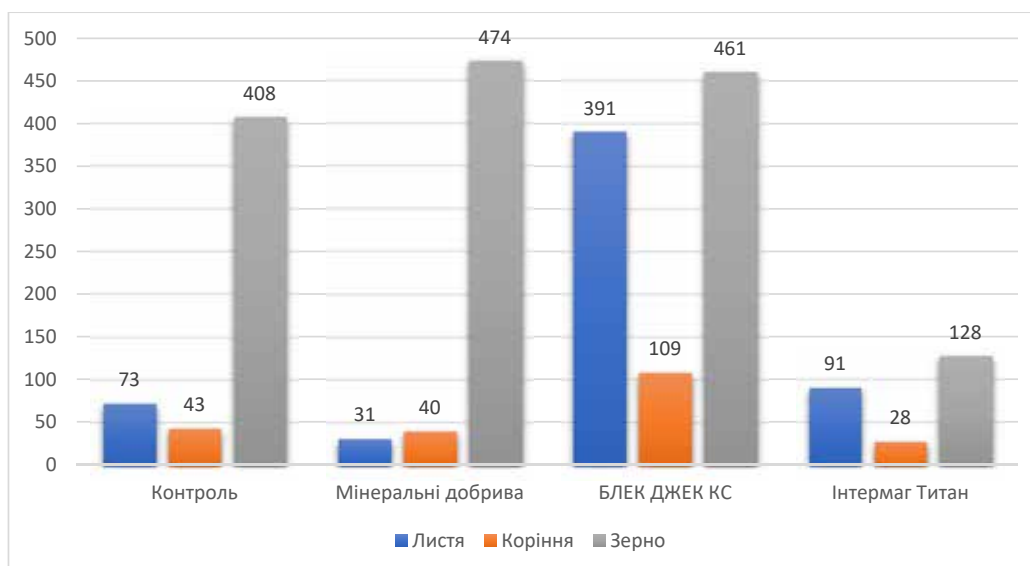


Рис. 1. Уміст фосфору в різних частинах рослини люпину, мг/100 г

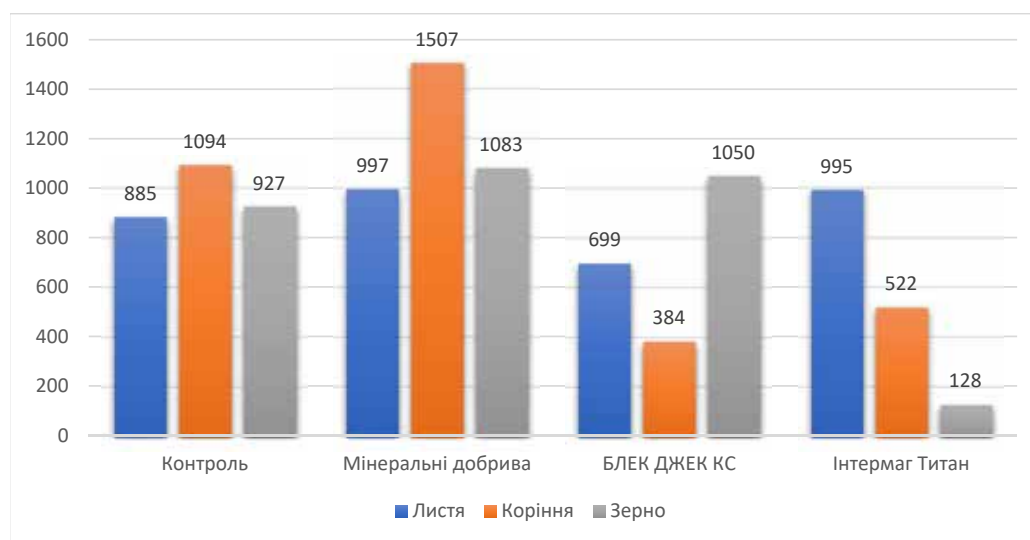


Рис. 2. Уміст калію в різних частинах рослини люпину, мг/100 г.

ними добривами в нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і становив 1507 мг/100 г, що на 1123 мг/100 г більше порівняно з варіантом за внесення гумату. Кальцій і кремній також відіграють важливу роль у метаболізмі рослинної клітини. Кальцій стабілізує мембрану, взаємодіючи з негативно зарядженими групами фосфоліпідів, і знижує її пасивну проникність.

Майже вся катіонообмінна ємність поверхні кореня зайнята кальцієм, що обмежує надходження інших іонів у рослину і допомагає усунути токсичність надлишкових концентрацій іонів амонію, алюмінію, марганцю та заліза (Коць та ін., 2005). За результатами досліджень, встановлено, що в листі рослин люпину вузьколистого вміст кальцію становив від 2748 мг/100 г на варіанті за внесення Інтермаг Титан до 3875 мг/100 г на варіанті за внесення міне-

ральних добрив (рис. 3). Найвища кількість кальцію в корінні рослин люпину спостерігалась на варіанті за внесення БЛЕК ДЖЕК КС і становила 800 мг/100 г. У зерні люпину найбільший показник кальцію був на варіанті за внесення Інтермаг Титан (527 мг/100 г).

Магній є складовою хлорофілу, виступає кофактором ферментів, які каталізують перенесення фосфатних груп, і необхідний для активації багатьох ферментів гліколізу та циклу Кребса. Він також підтримує цілісність рибосом. Подібно до кальцію, магній впливає на включення дезоксирибонуклеотидів у молекулу ДНК (Коць та ін., 2005). Встановлено, що вміст магнію в листях люпину знаходився на рівні від 310 мг/100 г на варіанті з внесенням мінеральних добрив до 503 мг/100 г із застосуванням гумату (рис. 4).

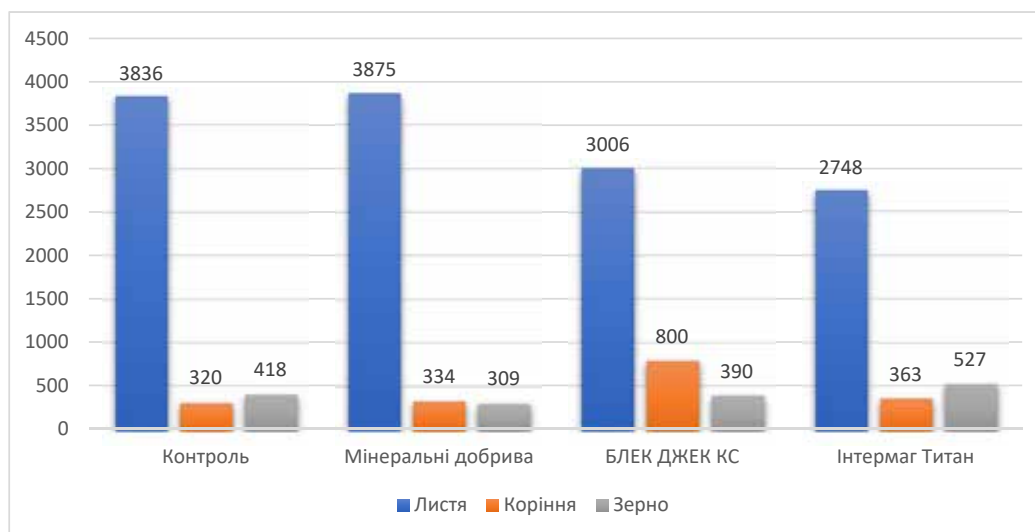


Рис. 3. Уміст кальцію в різних частинах рослини люпину, мг/100 г

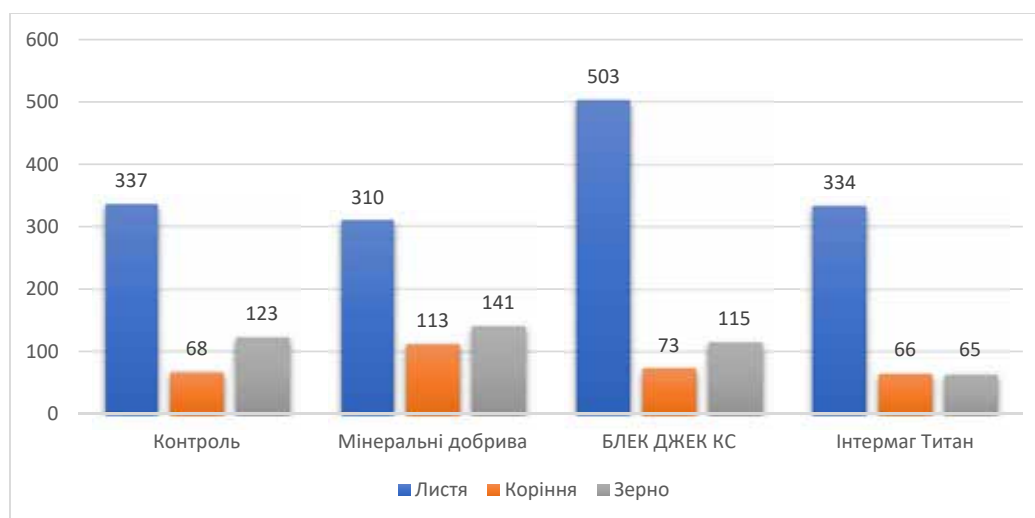


Рис. 4. Уміст магнію в різних частинах рослини люпину, мг/100 г

Кількість магнію в зерні люпину коливалася від 65 мг/100 г до 141 мг/100 г, у корінні цей показник найвищим був на варіанті з внесенням мінеральних добрив і становив 113 мг/100 г.

#### Висновки

Найвищу кількість фосфору зафіксовано на варіанті з внесенням гумату БЛЕК ДЖЕК КС, де його кількість становила в листі

люпину 391 мг/100 г, корінні 109 мг/100 та зерні 461 мг/100 г, подібна ситуація спостерігалась і за вмістом кальцію.

За внесення мінерального добрива з нормою  $N_{90}P_{90}K_{90}$  кількість калію була найвищою і становила в листі рослин люпину 997 мг/100 г, корінні – 1507 мг/100 г та зерні – 1083 мг/100 г, а також найвищою була кількість магнію на цьому варіанті.

#### Список використаної літератури

Голодна А.В. Ріст і розвиток рослин люпину вузьколистого та урожайність залежно від варіантів удобрення й біологічних препаратів. *Корми і кормовиробництво*. 2021. № 92. С. 54–61. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-05>.

Голодна А.В. Технологічні аспекти вирощування кормових люпинів у зоні Лісостепу України (Монографія). Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2018. 380 с.

Камінський В.Ф. Значення та шляхи стабілізації виробництва зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. Спецвипуск. 2004. С. 138–143.

Коровецька Г., Джура Н., Цвілінюк О., Терек О., Диньо З, Шимон Л. Макроелементний склад рослин CAREX HIRTA L. за дії нафтового забруднення ґрунту. *Вісник Львівського університету*. 2009. Вип. 50. С. 182–188.

Котельницька Г.М. Економічна ефективність елементів технології вирощування люпину вузьколистого в умовах Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. № 01 (86). С. 22–28. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-1-22-28>.

Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В. Добрива та їх використання. Київ, 2002. 242 с.

Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. За ред. С.Я. Коць, Н.В. Петерсон. К. : Логос, 2005. 150 с.

Мойсієнко В.В., Панчишин В.З. Наукові здобутки та перспективи вирощування люпину кормового в Україні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. №2 (42). Т. 1. 214. С. 112–125.

Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. 2018. 6 (24), Ч. 4. с. 22–29. [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_wos/12062018/5769](https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5769).

Ратошняк В.І. Формування загального та активного симбіотичного потенціалу люпину вузьколистого залежно від елементів технології вирощування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія «Агрономія». 2016. Вип. 235. С. 109–120.

Ратошняк В.І., Гаврилюк М.М. Люпин вузьколистий – культура універсального використання у зоні Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 8 (809). С. 26–37. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202008-04>.

Стахів М.П., Швартау В.В. Визначення рівнів доступного фосфору у ґрунті для високопродуктивних сортів озимої пшениці. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія «Біологія». 2008. Вип. 22. С. 5–8.

Ткачук В.П., Котельницька Г.М., Тимошук Т.М., Саюк О.А. Продуктивність люпину вузьколистого залежно від добрив на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах. *Наукові горизонти*. 2019. № 1 (74). С. 25–32. <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-25-32>.

Чоловський Ю.М. Формування індивідуальної та зернової продуктивності люпину вузьколистого залежно від доз та строків внесення мінеральних добрив в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2008. № 63. С. 131–135.

Xu S., An L., Feng H., et al. The seasonal effects of water stress on *Ammopiptanthus mongolicus* in a desert environment. *J. of Arid Environments*. 2002. 51. P. 437–447.

#### References

Holodna, A.V. (2021). Rist i rozvytok roslyn liupynu vuzkolystoho ta urozhainist zalezchno vid variantiv udobrennia y biolohichnykh preparativ [Growth and development of narrow-leaved lupine plants and yield depending on fertilization options and biological preparations]. *Kormy i kormovyrobnytstvo [Fodder and fodder production]*, 92, 54–61. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-05> [in Ukrainian].

- Holodna, A.V. (2018). Tekhnolohichni aspekty vyroshchuvannia kormovykh liupyniv u zoni Lisostepu Ukrainy [Technological aspects of growing forage lupins in the Forest-Steppe zone of Ukraine]. Vynnytsia: TOV «TVORY», 380 p. [in Ukrainian].
- Kaminskyi, V.F. (2004). Znachennia ta shliakhy stabilizatsii vyrobnytstva zernobobovykh kultur v Ukraini [The significance and ways of stabilizing the production of leguminous crops in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva. Spetsvypusk [Collection of scientific works of the Institute of Agriculture. Special issue]*, 138–143 [in Ukrainian].
- Korovetska, H., Dzhura, N., Tsvilyniuk, O., Terek, O., Dyno, Z., & Shymon, L., (2009). Makroelementnyi sklad roslyn CAREX HIRTA L. za dii naftovoho zabrudnennia igruntu [Macronutrient composition of Carex hirta L. plants under the influence of oil contamination of the soil]. *Visnyk Lvivskoho universytetu [Bulletin of Lviv University]*, 50, 182–188. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-1-22-28> [in Ukrainian].
- Kotelnytska, H.M. (2020). Ekonomichna efektyvnist elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia liupynu vuzkolystoho v umovakh Polissia [Economic efficiency of elements in the technology for growing narrow-leaved lupine under Polissya conditions]. *Naukovi horyzonty [Scientific horizons]*, 01 (86), 22–28 [in Ukrainian].
- Marchuk, I.U., Makarenko, V.M., Rozstalnyi, V. Ie., & Savchuk, A.V. (2002). Dobryva ta yikh vykorystannia [Fertilizers and their use]. Kyiv. 242 p. [in Ukrainian].
- Mineralni elementy i dobryva v zhyvlenni roslyn. (2005). [Mineral elements and fertilizers in plant nutrition]. Za red. S.Ia. Kots, N.V. Peterson. K. : Lohos. 150 p. [in Ukrainian].
- Moisiienko, V.V., & Panchyshyn, V.Z. (2014). Naukovi zdobutky ta perspektyvy vyroshchuvannia liupynu kormovoho v Ukraini [Scientific achievements and prospects for growing forage lupine in Ukraine]. *Visnyk ZhNAEU [Bulletin of ZhNAEU]*, 2 (42), 1.214, 112–125 [in Ukrainian].
- Petrychenko, V.F., Lykhochvor, V.V., Kolisnyk, S.I., Voronetska, I.S., & Kobak, S.Ya. (2018). Obgruntuvannia intensyfikatsii vyrobnytstva zernobobovykh kultur v Ukraini [Substantiation of intensity of characteristics of leguminous crops in Ukraine]. *Web of Scholar*, 6 (4), 22–29. [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_wos/12062018/57\\_69](https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/57_69) [in Ukrainian].
- Ratoszniuk, V.I. (2016). Formuvannia zahalnoho ta aktyvnoho symbiotechnoho potentsialu liupynu vuzkolystoho zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Formation of the overall and active symbiotic potential of narrow-leaved lupine depending on the elements of the cultivation technology]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii «Akhronomiia» [Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. "Agronomy" series]*, 235, 109–120 [in Ukrainian].
- Ratoszniuk, V.I., & Havryliuk, M.M. (2020). Liupyn vuzkolystyi – kultura universalnoho vykorystannia u zoni Polissia Ukrainy [Narrow-leaved lupine – a crop of universal use in the Polissya region of Ukraine]. *Visnyk aharmoi nauky [Herald of Agrarian Science]*, 8 (809), 26–37. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202008-04> [in Ukrainian].
- Stakhiv, M. P., & Shvartau, V. V. (2008). Vyznachennia rivniv dostupnoho fosforu u igruntu dlia vysokoproduktyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi [Determination of available phosphorus levels in the soil for high-yielding varieties of winter wheat]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii «Biologiia» [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series "Biology"]*, 22, 5–8 [in Ukrainian].
- Tkachuk, V.P., Kotelnytska, H.M., Tymoshchuk, T.M., & Saiuk, O.A. (2019). Produktivnist liupynu vuzkolystoho zalezno vid dobryv na dernovo-pidzolystrykh supishchanykh hrantakh [Productivity of narrow-leaved lupine depending on fertilizers on sod-podzolic sandy loam soils]. *Naukovi horyzonty [Scientific horizons]*, 1 (74), 25–32. <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-25-32> [in Ukrainian].
- Cholovskiy, Yu.M. (2008). Formuvannia Individualnoyi ta zernovoyi produktivnosti liupynu vuzkolystoho zalezno vid doz ta strokiv vnesennia mineralnih dobriv v umovah Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Formulan Individualno i that grain productivity liupynu vuzkolystoho zalezno id doses and striniv introduced by mineral dobriv in the minds of the Right Bank Ukraine Steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo [Fodder and fodder production]*, 63, 131–135 [in Ukrainian].
- Xu, S., An, L., & Feng, H., et al., (2002). The seasonal effects of water stress on *Ammopiptanthus mongolicus* in a desert environment. *J. of Arid Environments*, 51, 437–447 [in English].

Отримано: 23.07.2024  
Прийнято: 06.08.2024