

УДК 633.35/631:5

© 2026

БІОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА АЗОТФІКСУВАЛЬНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

І.М. Дідур

*доктор сільськогосподарських наук
Вінницький національний аграрний університет
Міністерства освіти і науки України
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна
e-mail: ascience@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6612-6592*

Надійшла 04.02.2026. Рецензована 06.02.2026. Прийнята до друку 31.07.2026

Мета. Дослідити, як технологічні прийоми вирощування впливають на процеси формування азотфіксувальної продуктивності сортів гороху посівного. **Методи.** Дослідження здійснювали на сірих лісових середньо-суглинкових ґрунтах упродовж 2019–2021 рр. на базі науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, застосовуючи такі методи, як: системний аналіз (опис літературних джерел), експериментальний (закладка польового досліді й визначення одержаних даних), лабораторний (установлення лабораторних даних), розрахунково-порівняльний (моніторинг і підрахунок одержаних результатів), математико-статистичний (підтвердження достовірності отриманих результатів). Обробку отриманих даних проводили методом кореляційно-регресійного та дисперсійного аналізу з використанням програм Microsoft Excel 2013, Statistica 10, AgroStats 2013. **Результати.** Встановлено, що азотфіксувальна продуктивність гороху посівного сортів Девіз і Царевич значною мірою визначається гідротермічними умовами років проведення досліді й агротехнічними факторами, зокрема передпосівною інокуляцією насіння та позакореневим підживленням. У зазначені роки спостерігали позитивну динаміку росту бульбочкових бактерій на кореневій системі рослин гороху посівного. Кількість і маса активних бульбочкових утворень у стадії росту ВВСН 60–69 варіювала в межах, відповідно, 16,5–34,2 шт./рослину та 64,9–119,2 мг/рослину, що свідчить про важливість комплексного впливу технологічних заходів і погодних умов на формування симбіотичної продуктивності культури. Підтверджено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратами Андеріз (2,0 л/т) та Мікофренд (1,5 л/т) із 2 позакореневими підживленнями у фазах бутонізації та формування зелених бобів комплексним добривом Гуміфренд на основі гумату калію (1,0 л/га) позитивно впливали

на формування продуктивності гороху посівного сорту Царевич. Висновки. Встановлено, що поєднання передпосівної обробки насіння гороху посівного біопрепаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) з позакореневим підживленням комплексним добривом Гуміфренд на основі гумату калію (1,0 л/га) забезпечує найсприятливіші умови для формування симбіотичної діяльності *Rhizobium leguminosarum* на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах. За таких умов одержано максимальну кількість біологічного азоту в сортів: Девіз — 48,6 кг/га, Царевич — 56,3 кг/га. Отримані результати підтверджують високу ефективність комплексного застосування біологічних препаратів за передпосівної обробки насіння і комплексних добрив у разі позакореневого підживлення у процесі вирощування гороху посівного та доцільність упровадження таких технологій у виробничу практику.

Ключові слова: бактеріальні препарати, гідротермічні умови регіону, горох посівний, позакореневі підживлення, симбіотична діяльність, сорт.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202608-03>

У сучасних умовах ведення сільсько-го господарства особливої актуальності набуває впровадження біологізованих елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур, спрямованих на підвищення продуктивності агроценозів, відтворення та збереження родючості ґрунту, активізацію ґрунтової мікробіоти й підвищення ефективності використання елементів живлення рослинами [1, 2]. Однією з ключових культур, що відіграють важливу роль у стабілізації землеробства та покращенні родючості ґрунтів, є горох посівний (*Pisum sativum* L.), який характеризується здатністю до формування азотфіксувальних симбіозів.

Азотфіксувальна продуктивність гороху посівного, зумовлена ефективністю взаємодії рослин із бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, має істотне значення для формування врожаю [3, 4]. Реалізація цього потенціалу значною мірою залежить від рівня біологізації технологій вирощування, зокрема від застосування біологічних препаратів, інокуляції насіння, оптимізації системи живлення та зменшення частки мінеральних добрив [5].

У гідротермічних умовах зони Правобережного Лісостепу, яка характеризується нестабільним зволоженням і значною варіабельністю погодних умов, питання підвищення азотфіксувальної продуктивності гороху посівного набуває особливого практичного значення. Водночас наукові дані щодо комплексного впливу біологізованих технологічних прийомів на формування та функціонування симбіотичного апарату гороху посівного в цій ґрунтово-кліматичній зоні залишаються недостатньо узагальненими. З огляду на це дослідження, спрямовані на вивчення впливу біологізації технологій вирощування на симбіотичну продуктивність гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу, є актуальними й мають важливе наукове та практичне значення.

Аналіз останніх досліджень. Слід зазначити, що проблемі розробки технологічних прийомів вирощування гороху посівного присвячена низка досліджень зарубіжних вчених [6, 7]. Цю саму тематику, проте з акцентом на біологізаційних аспектах технологій вирощування, розглядають і вітчизняні науковці [8]. Однак науково-теоретичні та

практично-методологічні аспекти формування азотфіксувальної продуктивності гороху посівного, зокрема в контексті застосування біологічних препаратів, інкуляції насіння, оптимізації системи живлення і взаємодії рослин із ґрунтовою мікробіотою, залишаються недостатньо вивченими й потребують подальшого поглибленого опрацювання.

Горох посівний завдяки його високій харчовій і кормовій цінності, а також здатності до формування азотфіксувальних симбіозів належить до числа найпоширеніших та економічно значущих зернобобових культур у світовому й національному землеробстві [9, 10]. Саме ця біологічна особливість культури визначає її важливу роль у підвищенні родючості ґрунтів, поліпшенні балансу поживних елементів у сівоzmінах, зниженні потреби в мінеральних азотних добривах. Одним із першочергових і головних завдань під час дослідження технологічних аспектів вирощування зернобобових культур, зокрема гороху посівного, є проведення ґрунтового аналізу умов формування та функціонування симбіотичного апарату рослин, ефективності взаємодії з бульбочковими бактеріями, а також впливу агротехнічних і біологічних прийомів на інтенсивність процесів азотфіксації.

Особливої уваги потребує оцінювання ролі біологізації технологій у забезпеченні стабільної азотфіксувальної продуктивності гороху посівного в різних ґрунтово-кліматичних умовах, яке має не лише теоретичне, а й вагомим практичне значення для сучасного землеробства. Вчені зазначають, що серед чинників регуляції процесу азотфіксації у фітоценозах гороху посівного важливе місце посідає технологія вирощування: передпосівна обробка насіння, позакореневі підживлення та гідротермічні умови регіону [11]. Значну роль відіграють також біологічні фактори, зокрема ефективність взаємодії цієї культури з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, які

забезпечують фіксацію атмосферного азоту, а також стан ґрунтової мікробіоти, що визначає рівень доступності поживних елементів [12].

Крім того, встановлено, що сортові особливості гороху посівного істотно впливають на інтенсивність симбіотичних процесів: різні сорти відрізняються за кількістю і масою бульбочок на коренях, продуктивністю симбіозу та здатністю до акумуляції азоту, що безпосередньо корелює з урожайністю і якістю насіння [9]. Серед абіотичних факторів слід виокремити температуру, вологість ґрунту та освітленість, які визначають активність ферментів у бульбочках і, як наслідок, ефективність азотфіксації. Отже, комплексна взаємодія технологічних, біологічних та екологічних чинників формує азотфіксувальну продуктивність гороху посівного, що підкреслює необхідність інтегрованого підходу до розроблення біологізованих технологій вирощування цієї культури в умовах конкретних гідротермічних умов у регіоні.

Мета досліджень — дослідити, як технологічні прийоми вирощування впливають на процеси формування азотфіксувальної продуктивності сортів гороху посівного.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в умовах науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, яке розташоване в с. Агрономічному Вінницького р-ну Вінницької обл. Ґрунт дослідної ділянки — сірий лісовий середньосуглинковий. Згідно з результатами агрохімічного аналізу, орний шар ґрунту характеризується такими фізико-хімічними властивостями: вміст гумусу (за методом Тюріна) варіює від 1,97 до 2,25%, легкогідролізного азоту (за Корнфілдом) становить 65–67 мг/кг, рухомих сполук фосфору та обмінного калію (за Чириковим) — відповідно, 140–150 та

85–90 мг/кг ґрунту. Гідролітична кислотність становить 2,90–3,31 мг-екв/100 г ґрунту, $pH_{\text{сол}}$ — 5,5–5,9.

Гідротермічні умови вегетаційного періоду у процесі досліджень значно відрізнялися: були відхилення середньодобової температури та кількості опадів від середньобагаторічних значень (табл. 1).

Упродовж років проведення досліджень погодні умови характеризувалися відносно близькими до багаторічної норми показниками температурного режиму та кількості атмосферних опадів. Річна сума опадів становила 570 мм, що на 35,4 мм більше за багаторічну норму. Отже, за період досліджень кількість опадів перевищувала середні багаторічні значення на 6,6%. Середньорічна температура повітря становила +8,2 °С, перевищуючи багаторічну норму на 0,2 °С. Таке відхилення є незначним і свідчить про загалом близький до типового для регіону температурний режим.

Отже, умови в роки досліджень можна охарактеризувати як дещо тепліші

й вологіші порівняно із середньобагаторічними показниками. Перевищення кількості опадів на 35,4 мм за незначного підвищення температури створювало загалом сприятливі умови для росту та розвитку рослин, хоча ефективність використання вологи залежала від її розподілу протягом вегетаційного періоду.

Водночас такі коливання створили можливість максимально врахувати абіотичні фактори за оцінювання експериментальних даних і вивчити вплив та взаємодію досліджуваних факторів. Фактор А — сорти: 1) Девіз, 2) Царевич. Фактор В — системи удобрення: 1) $N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон), 2) фон + Андеріз (2,0 л/т), 3) фон + Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т), 4) фон + Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) + Гуміфренд (1,0 л/га).

Андеріз — біологічний інокулянт на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium leguminosorum* і фосформобілізуючого гриба *Penicillium bilaii* для передпосівної обробки насіння бобових культур. У досліді

1. Відхилення середньомісячної температури та кількості опадів (середнє за 2019–2021 рр.)

Рік	Сума		
	За критичний період росту (VII–VIII)	За вегетацію (V–X)	За рік
Середньомісячна температура повітря, °С			
2017	+20,7	+16,4	+9,1
2018	+20,5	+17,2	+8,7
2019	+19,6	+17,0	+9,9
2020	+20,4	+17,0	+10,2
2021	+20,9	+15,7	+8,4
Середньобагаторічна норма	+19,7	+15,8	+8,2
Місячні опади, мм			
2017	69,0	237,0	524,0
2018	109,8	385,3	576,3
2019	77,2	361,3	563,3
2020	51,0	376,4	547,4
2021	92,0	310,4	605,4
Середньобагаторічна норма	128,0	365,0	570,0

2. Вплив інокуляції насіння і позакоренових підживлень на кількість бульбочок на коренях гороху посівного (середнє за 2019–2021 рр.), шт./рослину

Система удобрення	Стадії росту й розвитку рослин (ВВСН)					
	Бутонізація (50–59)		Цвітіння (60–69)		Налив насіння (70–79)	
	Загальна	Активна	Загальне	Активне	Загальний	Активний
<i>Сорт Девіз</i>						
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)*	11,3	6,7	21,2	16,5	7,5	5,2
Фон + Андеріз	22,8	14,3	39,5	28,1	17,3	12,1
Фон + Андеріз + Мікофренд	25,9	15,9	43,3	31,7	20,8	13,6
Фон + Андеріз + Мікофренд + + Гуміфренд	25,8	16,4	45,6	32,1	23,1	15,5
<i>Сорт Царевич</i>						
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	14,2	7,4	23,8	17,6	8,8	6,1
Фон + Андеріз	23,7	15,8	41,3	30,3	20,3	13,2
Фон + Андеріз + Мікофренд	27,2	17,7	44,6	32,4	24,4	14,9
Фон + Андеріз + Мікофренд + + Гуміфренд	27,6	17,9	47,5	34,2	26,2	16,5
Коефіцієнт варіації C _v , %	27,6	31,7	27,0	23,5	26,4	24,8
Відносна похибка S _x , %	10,1	8,0	7,6	7,2	7,9	7,6
*Контроль (для табл. 2 та 3).						

його застосовували для інокуляції насіння нормою 2,0 л/т.

Мікофренд — мікоризоутворювальний біопрепарат на основі грибів *Glo-tus* sp. та комплексу корисних ризосферних мікроорганізмів. Він покращує мінеральне живлення і розвиток кореневої системи, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов. Препарат вносили під час передпосівної обробки насіння нормою 1,5 л/т.

Гуміфренд — комплексне добриво на основі гумату калію з біологічно активними речовинами й мікроелементами. Препарат активізує фізіолого-біохімічні процеси, підвищує ефективність живлення та продуктивність рослин. Його застосовували позакоренево у вегетаційний період нормою 1,0 л/га.

Кількість і сиру масу бульбочок на коренях та азотфіксувальну продуктивність рослин оцінювали на основі розрахунків загального (ЗСП) й активного (АСП)

азотфіксувального потенціалу, а також питомої активності симбіозу (ПАС).

Повторність у досліді — 4-разова. Площа облікової ділянки — 25 м², загальна площа ділянки — 40 м². Попередником гороху посівного була пшениця озима. Факторіальна схема досліді — 2 × 4 = 8 варіантів (загальна кількість ділянок у 4 повтореннях — 32). Математико-статистичну обробку результатів здійснювали методом кореляційно-регресійного та дисперсійного аналізу з використанням програм Microsoft Excel 2013, Statistica 10 та AgroStats 2013.

Результати досліджень. Дослідження демонструють, що формування азотфіксувального потенціалу бобових культур не лише залежить від взаємодії генотипу рослини з бульбочковими бактеріями в певних екологічних умовах, а й значною мірою регулюється технологічними прийомами. Зокрема, ефективність процесу підвищується в разі

3. Вплив інокуляції насіння і позакоренових підживлень на масу бульбочок на коренях гороху посівного (середнє за 2019–2021 рр.), мг/рослину

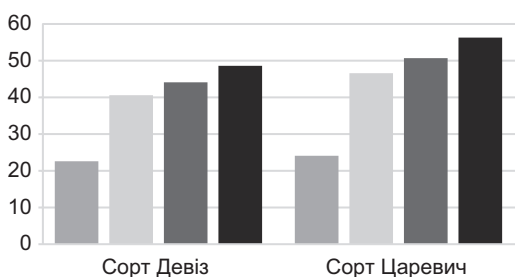
Система удобрення	Стадії росту і розвитку рослин (ВВСН)					
	Бутонізація (50–59)		Цвітіння (60–69)		Налив насіння (70–79)	
	Загальна	Активна	Загальне	Активне	Загальний	Активний
<i>Сорт Девіз</i>						
$N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон)*	22,4	21,7	80,2	64,9	28,7	11,4
Фон + Андеріз	47,3	34,5	130,7	104,8	46,9	21,1
Фон + Андеріз + Мікофренд	49,8	36,3	138,4	113,9	53,6	25,5
Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	51,6	37,3	141,6	114,1	56,5	27,3
<i>Сорт Царевич</i>						
$N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон)	26,5	23,5	89,7	69,7	32,1	13,9
Фон + Андеріз	52,7	39,7	140,4	110,3	53,7	22,1
Фон + Андеріз + Мікофренд	53,2	41,5	152,5	117,4	58,1	27,0
Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	54,1	42,1	159,3	119,2	59,4	30,6
Коефіцієнт варіації C_v , %	28,5	22,7	21,6	20,2	22,3	21,4
Відносна похибка S_x , %	10,1	8,0	7,6	7,2	7,9	7,6

використання бактеріальних препаратів, таких як нітрагін, ризоторфін, ризобіфит, а також за різних норм мінеральних добрив (азотних, фосфорних, калійних) [1].

Отримані експериментальні дані щодо динаміки утворення коренових бульбочок і їх сирової маси в різних фазах розвитку сортів гороху посівного підтверджують позитивний вплив досліджуваних факторів. Аналізуючи дані табл. 2 та 3, можна зробити висновок, що застосування як біопрепаратів, так і комплексу мінеральних добрив сприяє підвищенню азотфіксувального потенціалу рослин, а також покращенню морфологічних показників кореневої системи.

Згідно з отриманими даними, інокуляція насіння препаратом Андеріз, що містить штами бактерій *Rhizobium leguminosarum*, показала високу ефективність у формуванні азотфіксуваль-

ного потенціалу рослин гороху посівного. Наприкінці фази цвітіння кількість бульбочок порівняно з контрольним варіантом збільшилася на 18,3 шт./рослину в сорту Девіз та на 17,5 шт./рослину в сорту Царевич. Додавання до іноку-



Кількість біологічно фіксованого азоту рослинами гороху посівного залежно від обробки насіння та позакоренового підживлення (середнє за 2019–2021 рр.), кг/га: ■ – $N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон); ■ – фон + Андеріз; ■ – фон + Андеріз + Мікофренд; ■ – фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд

ланту мікоризоформувального препарату забезпечило ще більший приріст — відповідно, 22,1 та 20,8 шт./рослину. Такий ефект можна пояснити кращим розвитком і більш розгалуженою кореневою системою, які сприяють активнішому утворенню бульбочок.

Найбільшу масу загальних бульбочок зафіксовано в сортів Девіз — 141,6 мг/рослину та Царевич — 159,3 мг/рослину. Що стосується активних бульбочок, то їх маса становила, відповідно, 114,1 й 119,2 мг/рослину. Максимальні показники спостерігали у варіантах, коли застосовували комплексну обробку насіння (Андеріз + Мікофренд) у поєднанні з позакореновими підживленнями препаратом Гуміфренд (табл. 3).

Результати досліджень показали, що передпосівна інокуляція насіння істотно підвищує азотфіксувальну продуктивність гороху посівного. Обробка насіння сортів препаратом Андеріз перед сівбою сприяла додатковому накопиченню 18,0–22,5 кг/га біологічно фіксованого азоту. За одночасного застосування комплексної обробки (Андеріз + Мікофренд) приріст фіксованого азоту

збільшувався до 21,5–26,6 кг/га порівняно з контролем, коли обробку насіння не проводили. Таким чином, комплексне застосування інокулянту на основі *Rhizobium leguminosarum* і мікоризоформувального препарату виявилось найбільш ефективним способом підвищення ефективності азотфіксувальної системи гороху посівного (рисунк).

За результатами досліджень установлено, що поєднання обробки насіння препаратами Андеріз і Мікофренд із 2 позакореновими підживленнями у фазах бутонізації та формування зелених бобів комплексним добривом Гуміфренд на основі гумату калію значно підвищувало потенціал симбіотичної фіксації азоту в агроценозах гороху посівного. В сорту Девіз накопичення біологічного азоту сягало 48,6 кг/га, а у сорту Царевич — 56,3 кг/га, що перевищувало показник у контрольному варіанті на 26,0–32,2 кг/га. Отже, максимальний потенціал симбіотичної азотфіксації в агроценозах гороху посівного був реалізований у варіантах із комплексним застосуванням передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень.

Висновки

Гідротермічні умови Правобережного Лісостепу загалом сприятливі для формування азотфіксувальної продуктивності гороху посівного, і це є однією з ключових передумов високої продуктивності посівів цієї культури. Застосування сучасних біологічних препаратів і добрив позитивно впливає на діяльність бактерій *Rhizobium leguminosarum* на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах дослідної ділянки.

Встановлено, що найсприятливіші умови для одержання максимальної кількості біологічного азоту в сортів Девіз (48,6 кг/га) та Царевич (56,3 кг/га) формувались у варіантах дослідів, коли насіння обробляли композицією препаратів Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т), а також проводили 2 позакоренових підживлення у фазах бутонізації й зелених бобів комплексним добривом Гуміфренд на основі гумату калію (1,0 л/га).

Didur I.

Vinnitsia National Agrarian University, 3 Soniachna Str., Vinnitsia, 21008, Ukraine; e-mail: didurihor@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6612-6592

Biologization of cultivation technology and nitrogen-fixing productivity of peas in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

Goal. To study how technological methods of cultivation influence the processes

of formation of nitrogen-fixing productivity of pea varieties. **Methods.** Studies were carried out on gray forest middle-carbonaceous soils during 2019–2021 based on the Scientific-Research farm «Ahronomichne» of the Vinnytsia National Agrarian University, using such methods as: system analysis (description of literary sources), experimental (laying the field experiment and processing the data obtained), laboratory (determination of laboratory data), computational comparison (monitoring and calculation of the results obtained), mathematical statistical (confirmation of the reliability of the results obtained). The data were processed by correlation regression and analysis of variance using Microsoft Excel 2013, Statistica 10, and AgroStats 2013 software. **Results.** It was determined that nitrogen-fixing productivity of peas of varieties Deviz and Tsarevych was largely determined by hydrothermal conditions of the years of the experiment and agrotechnical factors, in particular pre-sowing inoculation of seeds and foliar feeding. In these years, there was a positive dynamics of the growth of nodule bacteria on the root system of pea plants. The number and weight of active nodule formations in the growth stage of BBCH 60-69 varied within, respectively, 16.5–34.2 pcs./plant and 64.9–119.2 mg/plant, which indicated the importance of the complex influence of technological measures and weather

conditions on the formation of symbiotic productivity of the culture. It was confirmed that pre-sowing treatment of seeds with biological preparations Anderiz (2.0 l/t) and Mikofrend (1.5 l/t), with 2 foliar feeds in the phases of budding and formation of green beans, with complex fertilizer Humifrend based on potassium humate (1.0 l/ha) had a positive effect on the formation of the productivity of peas of the variety Tsarevych. **Conclusions.** It was found that the combination of pre-sowing treatment of pea seeds with biological preparations Anderiz (2.0 l/t) and Mikofrend (1.5 l/t) with foliar fertilization with complex fertilizer Humifrend based on potassium humate (1.0 l/ha) provided the most favorable conditions for the formation of symbiotic activity of *Rhizobium leguminosarum* on gray forest middle-carbonaceous soils. Under such conditions, the maximum amount of biological nitrogen was in the varieties: Deviz — 48.6 kg/ha, and Tsarevych — 56.3 kg/ha. The obtained results confirmed the high efficiency of the complex use of biological preparations for pre-sowing treatment of seeds and complex fertilizers in the case of foliar feeding in the process of growing peas and the feasibility of introducing such technologies into production practice.

Key words: bacterial preparations, foliar feeding, hydrothermal conditions of the region, peas, symbiotic activity, variety.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202608-03>

Бібліографія

1. Didur I., Lutkovska S., Pantsyreva H. European prospects for the development of crop production technologies in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. 11(3). P. 353–360. doi: 10.30525/2256-0742/2025-11-3-353-360
2. Petrychenko V., Lykhochvor V., Didur I., Pantsyreva H. Scientific aspects of organic soy production in Ukraine. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*. 2024. 29(1–2). P. 111–121. doi: 10.2478/cdem-2024-0008
3. Панцирева Г.В., Захарчук В.В., Дідур В.В., Волинець Є.О. Особливості вирощування сортів гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 2 (37). С. 27–35. doi: 10.37128/2707-5826-2025-2-3
4. Hrushetsky S., Nebaba K., Pantsyreva H. et al. Impact of modern precision seed drill parameters on field germination and plant preservation of peas in the forest-steppe zone of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. 26(12). P. 329–339. doi: 10.12912/27197050/214421
5. Petrychenko V., Didur I., Pantsyreva H., Volynets Ye. Agroecological assessment of technologies for growing legumes. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. 26(3). P. 393–403. doi: 10.12912/27197050/200442
6. Petrychenko V., Komiychuk O., Lykhochvor V. et al. Study of sowing quality of soybean seeds depending on pre-sowing treatment of seed.

Journal of Ecological Engineering. 2024. 25(7). P. 332–339. doi: 10.12911/22998993/188932

7. Mazur V.A., Didur I.M., Myalkovsky R.O. et al. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of Right-Bank Forest-Steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 101–105. doi: 10.15421/2020_16

8. Petrychenko V., Kobak S., Kolisnyk S. et al. Agroecological assessment of soybean varieties under the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. 25(9). P. 60–69. doi: 12911/22998993/190492

9. Didur I., Pantsyreva H. Prospects for the development of seed production in Ukraine taking into account economic and environmental efficiency. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. 11(2). P. 191–196. doi: 10.30525/2256-0742/2025-11-2-191-196

10. Ruisi P., Giambalvo D., Di Miceli G. Tillage effects on yield and nitrogen fixation of legumes in mediterranean conditions. *Agronomy Journal*. 2012. 104(5). P. 1459–1466. doi: 10.2134/agronj2012.0070

11. Hrushetsky S., Nebaba K., Pantsyreva H., Stepanchenko V., Zagnitko V. Impact of modern precision seed drill parameters on field germination and plant preservation of peas in the forest-steppe zone of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. 26(12). P. 329–339. doi: 10.12912/27197050/214421

12. Циганський В.І., Циганська О.І., Панцирева Г.В., Шевчук О.В. Накопичення біологічного азоту багаторічними бобовими травами та зернобобовими культурами як спосіб відновлення родючості ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 1 (36). С. 16–27. doi: 10.37128/2707-5826-2025-1-2