



УДК 633.358

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.19>

СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЧИННИКІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

К. С. Небаба¹

Інокулянти для бобових культур головний рушій інтенсивних технологій за останні десятиліття. Застосування біопрепаратів приводить до кращого утворення бульбочок на коренях і збільшення їхньої маси, що має значний вплив на формування симбіотичного апарату. Вирощування зернобобових, гороху також, у сівоzmіні дозволяє практично цілком виключити використання мінеральних азотних добрив.

У статті представлено результати досліджень із вивчення впливу передпосівних препаратів і мікродобрив на формування симбіотичної продуктивності гороху посівного сортів Есо та Гамбіт, які проводилися впродовж 2020–2024 років на дослідному полі «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Метою досліджень було вивчення впливу передпосівних препаратів і мікродобрив на формування симбіотичного апарату рослин гороху посівного ярого типу в умовах Правобережного Лісостепу України.

З мікростадій ВВСН 13–14 бульбочки почали утворюватися на коренях, але цей процес був повільний. За дії передпосівних препаратів, як-от: Мікофренд, Нітрофікс і Ризоактив Бобові, упродовж вегетаційного періоду рослин гороху сортів Есо та Гамбіт показники симбіотичної продуктивності зростали й досягли максимуму в мікростадіях ВВСН 60–69. Починаючи з фази наливу зерна (мікростадії ВВСН 70–79) нові бульбочки не утворювалися, процес фіксування біологічного азоту став зупинятися.

Встановлено, передпосівний обробіток насіння гороху препаратом Мікофренд у комплексі з інокулянтами Нітрофікс і Ризоактив Бобові, за дії мікродобрив Найс і Авангард, максимальну кількість загалом та кількість активних кореневих бульбочок було сформовано в мікростадіях ВВСН 60–69. У сорту Есо ці показники коливалися в межах 56,3–78,3 шт./рослину, з них 46,9–59,5 шт./рослину були активними; у сорту Гамбіт – 52,4–59,5 шт./рослину та 43,6–59,5 шт./рослину відповідно. На варіанті абсолютний контроль у даній мікростадії залежно від сорту загальна кількість сформованих бульбочок була 28,9–31,1 шт./рослину, активних – 24,5–26,3 шт./рослину.

Ключові слова: горох, інокулянти, мікродобрива, кореневі бульбочки, симбіотичний потенціал.

¹ кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри рослинництва, селекції та насінництва
(Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський)
e-mail: agronebaba@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4529-3623

SYMBIOTIC PRODUCTIVITY OF SPRING FIELD PEAS DEPENDING ON AGRONOMIC FACTORS UNDER CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE

K. S. Nebaba

Inoculants for leguminous crops have been the main driver of intensive technologies over the past decades. The use of biological products leads to improved nodule formation on the roots and an increase in their mass, which significantly impacts the development of the symbiotic system. The cultivation of grain legumes, including peas, in crop rotation allows for the near-complete elimination of mineral nitrogen fertilisers.

This article presents the results of a study on the effect of pre-sowing treatments and micronutrients on the formation of symbiotic productivity in field peas of the varieties ESO and HAMBIT. The research was conducted from 2020 to 2024 at the "Podillia" experimental field of "Podillia State University".

The study aimed to investigate the effect of pre-sowing treatments and micronutrient fertilizers on the formation of the symbiotic apparatus of spring-type field peas under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

From BBCH microstages 13–14, nodules began to form on the roots, but this process was slow. Under the influence of pre-sowing treatments – MIKOFREND, NITROFIKS and RYZOAKTYV BOBOV I – during the vegetation period of pea plants of the ESO and HAMBIT varieties, the indicators of symbiotic productivity increased and reached their maximum at BBCH microstages 60–69. Starting from the grain-filling phase (BBCH microstages 70–79), no new nodules were formed, and the process of biological nitrogen fixation began to decline.

It was found that pre-sowing seed treatment with MIKOFREND in combination with the inoculants NITROFIKS and RYZOAKTYV BOBOVI, and the application of the micronutrients NAIS and AVANHARD, resulted in the highest total number and number of active root nodules at the BBCH 60–69 growth stages. These indicators ranged from 56,3 to 78,3 nodules per plant for the ESO variety, with 46,9 to 59,5 active; for the HAMBIT variety, from 52,4 to 59,5 and 43,6 to 59,5, respectively. In the control variant, depending on the array, the total number of nodules formed during this stage was 28,9–31,1 per plant, with 24,5–26,3 active.

Key words: peas, inoculants, micronutrients, root nodules, symbiotic potential.

Вступ

Бульбочкові бактерії ініціюють утворення на коренях гороху спеціалізованих органів – бульбочок, після чого між рослиною та бактеріями виникає симбіоз: бактерії зв'язують атмосферний молекулярний азот, передають його рослині, яка, у свою чергу, забезпечує їх поживними речовинами (Nebaba et al., 2025).

Для доброї діяльності азотфіксуючих кореневих бульбочок необхідні оптимальні умови, передусім достатня вологість ґрунту на початку вегетації – щонайменше 50–60% від повної вологоємності, його аерація в зоні утворення бульбочок, оскільки бульбочкові бактерії не формуються в сухому ґрунті. Також важливою умовою є забезпечення рослин гороху макро- та мікроелементами (Вуйко, 2023).

Фіксація молекулярного азоту симбіотичними й аґрунтовими діазотрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно чистий і відносно недорогий спосіб забезпечення рослин поживними речовинами (Коваленко, 2021; Фурман, 2021).

Потужний розвиток симбіотичного апарату гороху й інших зернобобових культур залежить від впливу окремих елементів технології вирощування (Bahan et al., 2024). Обробка насіння мікоризоутворювальними препаратами дає змогу збільшити площу поглинання кореневою системою елементів живлення та вологи завдяки розвитку мікоризи, утримувати її в кореневій зоні рослини. Увесь азот, що фіксується бактеріями в бульбочці, поступає одразу в цитоплазму рослин, тому азотфіксація є не лише найбільш екологічним способом забезпечення рослин азотом, а й найбільш ефективним з погляду транспортування до рослини (Didur et al., 2020).

Матеріал і методи

Дослідження з вивчення впливу передпосівних препаратів і позакореневого живлення посівів рослин гороху посівного проводили впродовж 2020–2024 рр. в умовах науково-дослідного центру «Поділля».

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках. Посівна

площа елементарної ділянки – 50 м², облікової – 48 м². Попередник – пшениця озима. Насіння гороху сортів Есо та Гамбіт висівали зерновою сівалкою, звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см, із глибиною загортання насіння 5–6 см. Норма висіву – 1,2 млн/га схожих насінин. Після сівби на 2-й день площу посіву коткували кільчастим котком.

Середньоранній сорт інтенсивного, безлисточкового типу Есо має попит в Україні завдяки стійкості до вилягання, посухи й осипання. Зерно даного сорту жовтого кольору. Рекомендовані зони вирощування – Полісся, Лісостеп, Степ. Середня кількість бобів коливається в межах 6–8 шт. зерен, середня висота рослин – 100 см, маса 1 000 насінин – 240–250 г, вегетаційний період рослин у середньому становить 107–110 діб, залежно від зони вирощування.

Безлисточковий сорт гороху Гамбіт інтенсивного, прямостоячого типу, стійкий до вилягання, до осипання зерна, також придатний до прямого комбайнування. Рослини сорту Гамбіт мають біологічні характеристики, які дозволяють вирощувати його в усіх кліматичних зонах України. Середня кількість зерен у бобі – 6–7 шт., висота рослин – 103–105 см, маса 1 000 насінин – 270–280 г, вегетаційний період – 106–112 діб.

У досліді вивчали взаємодію трьох факторів (табл. 1).

Таблиця 1
Схема польового досліді

Фактор А: обробка насіння	Фактор В: мікродобрива
A ₁ – контроль	C ₁ – контроль
A ₂ – Мікофренд	C ₂ – Найс
B ₂ – Нітрофікс	C ₃ – Авангард
B ₃ – Ризоактив Бобові	

Результати

У польових умовах процес утворення кореневих бульбочок на головному та бічних коренях рослин гороху розпочався в мікростадії ВВСН 09, на початкових фазах азотфіксація відбувалася повільно (з мікростадій ВВСН 13–14). Упродовж вегетаційного періоду рослин біологічна фіксація азоту зростала завдяки активності бульбочкових бактерій у сирій масі кореневих бульбочок, досягла максимуму у фазі повного цвітіння (мікростадії ВВСН 60–69) та закінчилася

до початку наливу зерна (мікростадії ВВСН 70–79) (Небаба, 2022).

Встановлено, не всі бульбочки, що сформувалися на коренях, були азотфіксуючими, тобто активними. Якщо вони мають рожеве забарвлення, то їх можна віднести до групи активних, якщо ж бульбочки зеленкуватого або сірого кольору, то азотфіксація в них не відбувається.

За роки досліджень у сорту гороху Гамбіт загальна кількість кореневих бульбочок і кількість із них активних залежала від погодних умов і агротехнологічних чинників. У мікростадіях ВВСН 51–59 найменше їх утворилося на варіанті абсолютний контроль (без застосування досліджуваних препаратів): 27,9–36,5 шт./рослину, з них 18,5–19,7 шт./рослину були активними. За обробки насіння мікоризуювальним препаратом Мікофренд кількість бульбочок зросла в середньому на 7,3–11,0 шт./рослину. За обробки насіння інокулянтами Нітрофікс і Ризоактив Бобові ці показники були вищими в середньому на 12,0–18,2 шт./рослину (табл. 2).

Кількість кореневих бульбочок активно збільшувалася до мікростадій ВВСН 60–69 і досягла максимальних показників. На дослідних ділянках, де обробляли насіння мікоризуювальним препаратом та інокулянтами, загальна кількість бульбочок у середньому становила 52,4–54,2 шт./рослину, активних – 43,6–44,6 шт./рослину. Фоліарне живлення мікродобривами Найс і Авангард мало позитивний вплив на формування кореневих бульбочок, загальна їх кількість збільшилася в середньому на 31,6–39,4%, кількість активних – на 22,0–24,7%.

Упродовж 2020–2024 рр. на коренях рослин гороху сорту Есо бульбочки краще формувалися, а їх кількість була більшою. Так, на варіанті абсолютний контроль у мікростадіях ВВСН 51–59 утворилося 36,5 шт./рослину, з них 19,7 шт./рослину були активними. Після обприскування мікродобривами Найс і Авангард загальна кількість збільшилася до 49,6–52,1 шт./рослину та 24,4–26,7 шт./рослину відповідно. Обробка насіння препаратами Мікофренд, Нітрофікс і Ризоактив Бобові сприяла кращому формуванню кореневих бульбочок. На цьому варіанті удобрення показники загальної кількості коливалися в межах 37,0–57,1 шт./рослину, активних – 31,5–44,6 шт./рослину. Обприскування посівів мікродобривами Найс і Авангард пози-

Таблиця 2

Кількість кореневих бульбочок на рослинах гороху сорту Гамбіт залежно від технологічних заходів, шт./рослину (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Мікродобрива	Кількість бульбочок					
		загальна			активна		
		ВВСН 51–59	ВВСН 60–69	ВВСН 70–79	ВВСН 51–59	ВВСН 60–69	ВВСН 70–79
Контроль	контроль	27,9	28,9	8,6	18,5	24,5	5,2
	Найс	37,8	39,2	12,3	23,0	33,7	9,8
	Авангард	41,0	42,5	14,8	25,1	36,5	11,0
Мікофренд	контроль	34,4	35,6	12,4	29,6	28,5	9,9
	Найс	42,3	43,8	15,8	32,3	36,1	13,1
	Авангард	44,6	45,2	17,0	34,8	36,9	14,5
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	50,6	52,4	15,1	36,9	43,6	12,8
	Найс	58,2	60,3	19,5	41,0	50,5	16,9
	Авангард	62,5	64,8	21,3	42,5	54,6	17,3
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	52,6	54,5	17,6	41,6	44,6	13,9
	Найс	65,7	68,1	21,0	49,2	56,3	16,4
	Авангард	69,8	72,3	22,6	53,7	59,5	17,5
Нітрофікс	контроль	38,1	39,5	14,6	28,1	32,8	11,5
	Найс	49,2	51,0	19,1	36,7	42,2	14,8
	Авангард	51,5	53,4	21,5	39,0	44,1	15,9
Ризоактив Бобові	контроль	42,1	43,6	16,0	33,5	35,6	12,3
	Найс	51,3	53,2	20,9	40,5	43,5	15,9
	Авангард	53,8	55,8	22,8	43,8	45,3	16,4

тивно впливало на розвиток і формування нодуляційного апарату (краще утворення бульбочок на коренях рослин гороху) і, як наслідок, його активного функціонування. Загальна кількість бульбочок збільшувалася, отже, збільшувалася й кількість активних, їхні розміри, порівняно з контролем, показники становили 45,6–75,8 шт./рослину. Найбільше кореневих бульбочок було у фазу цвітіння. На контрольних варіантах загальна кількість була в межах від 31,1 до 59,0 шт./рослину, активних – від 26,3 до 49,6 шт./рослину (табл. 3).

Після фази цвітіння, починаючи з фази наливу зерна, бульбочки перестають формуватися, їх кількість суттєво зменшується, фіксація азоту із ґрунту припиняється (Khomina et al., 2024). Нами встановлений позитивний вплив обробки насіння і фоліарного живлення на загальну кількість бульбочок та їхню активність у мікростадіях ВВСН 71–79. На контрольному варіанті живлення в сорту Гамбіт – 5,2 шт./рослину рожевих бульбочок за загальної кількості 8,6 шт./рослину, після застосування мікродобрив Найс і Авангард показники були

такі: 9,8 шт./рослину за загальної кількості 12,3; 11,0 шт./рослину за загальної кількості 14,8 шт./рослину відповідно. Для сорту Есо ці показники збільшилися в середньому на 14,2–26,3%. Вищими показники були в сорту Есо на варіанті Мікофренд + Ризоактив + Авангард Бобові, де загальна кількість бульбочок становила 25,8 шт./рослину, з них 19,5 шт./рослину були активними. Дещо меншими ці показники були в сорту Гамбіт 22,6 шт./рослину, з них активних – 17,5 шт./рослину.

Обговорення

Бінарна композиція мікоризоутворювального препарату й інокулянтів – важливі елементи для формування симбіотичного апарату, як уважає (Коць, 2016). Науковці (Маменко, 2017; Дідур і Зюзько, 2025) доводять, що засвоєний біологічний азот виноситься врожаєм зерна, проте 23–40% азоту все ж залишається у ґрунті разом з органічними рештками рослин. За період активної фіксації біологічного азоту рослини гороху можуть зафіксувати від 100 до 180 кг/га.

У разі браку біологічного азоту зернобобові культури, що акумулюють фіксований азот,

Таблиця 3

Кількість кореневих бульбочок на рослинах гороху сорту Есо залежно від технологічних заходів, шт./рослину (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Мікродобрива	Кількість бульбочок					
		загальна			активна		
		ВВСН 51–59	ВВСН 60–69	ВВСН 70–79	ВВСН 51–59	ВВСН 60–69	ВВСН 70–79
Контроль	контроль	36,5	31,1	10,2	19,7	26,3	5,7
	Найс	49,6	42,1	15,6	24,4	36,9	10,7
	Авангард	52,1	45,7	16,9	26,7	38,2	12,0
Мікофренд	контроль	37,0	38,3	16,3	31,5	30,6	10,8
	Найс	45,6	47,1	18,0	34,3	40,4	14,3
	Авангард	48,0	48,6	19,5	37,0	41,0	15,9
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	54,5	56,3	18,6	39,2	46,9	14,0
	Найс	62,7	64,8	23,5	43,6	54,7	18,5
	Авангард	67,4	69,7	25,9	45,2	58,3	18,9
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	57,1	59,0	21,4	44,6	49,6	15,5
	Найс	71,4	73,8	24,3	52,8	60,4	18,3
	Авангард	75,8	78,3	25,8	57,6	62,8	19,5
Нітрофікс	контроль	41,4	42,8	17,5	30,2	38,4	12,8
	Найс	53,4	55,2	22,0	39,4	47,9	16,5
	Авангард	56,0	57,8	23,7	41,9	49,3	17,8
Ризоактив Бобові	контроль	45,7	47,2	19,3	36,0	39,6	13,7
	Найс	55,8	57,6	24,6	43,5	48,5	17,8
	Авангард	58,5	60,4	26,3	47,0	51,2	18,3

перетворюються на культуру, яка споживає азот ґрунту. Тому застосування бактеріальних препаратів не виключає внесення помірних доз азотних мінеральних добрив, оскільки неналежна концентрація цього елементу живлення, особливо на початкових етапах росту рослини, часто є причиною низької інтенсивності процесу фотосинтезу (Фурман та ін., 2022). Проте точні норми, дози та строки внесення азотних добрив залежать від сорту й умов вирощування, що зумовлено складністю та багатостадійністю формування і функціонування бобово-ризобіальних структур (Забарна, 2020; Німенко і Грабовський, 2023).

Багатьма вченими визначено, що високі концентрації мінерального азоту у ґрунті

інгібують формування симбіозу, знижують його ефективність або й призводять до остаточного припинення симбіотичних відносин унаслідок зменшення розміру бактероїдів і швидкого старіння бактероїдних тканин (Vakhnyak et al., 2024).

Висновки

Доведено, що не всі бульбочки, які сформувалися на коренях рослин гороху, є азотфіксувальними. Обробка насіння та позакореневе живлення позитивно впливали на формування корневих бульбочок і їх активність. В умовах Лісостепу Західного симбіотична продуктивність гороху ярого сортів Гамбіт і Есо залежала від чинників, які вивчалися.

Список використаної літератури

Вуйко О.М. Симбіотична активність гороху посівного залежно від сортового складу та передпосівної обробки. Аграрні інновації. 2023. № 22. С. 20–24. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.3>.

Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Накопичення та баланс азоту у ґрунті при вирощуванні сої в умовах Лісостепу Правобережного. Таврійський науковий вісник. 2025. № 141. Ч. 1. С. 72–77. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10>.

Забарна Т.А. Вплив позакореневих підживлень на показники симбіотичної діяльності сої. *Польський науковий журнал*. 2020. № 25. С. 6–11.

Коваленко О.А. Застосування мікродобрих та біопрепаратів у зоні Південного Степу України за вирощування гороху. *Сільське господарство і лісівництво*. 2021. № 22. С. 22–23. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.2>.

Коць С.Я. Дослідження біологічної фіксації азоту в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. № 48 (3). С. 215–231. <https://doi.org/10.1407/frg2018.06.463>.

Маменко П.М. Інокуляція гороху: маркетинговий хід чи реально прибуткова справа? *Агробізнес сьогодні*. 2017 [Електронний ресурс]. URL: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2478-inokuliatsiiahorokhu-marketynhovyi-khid-chy-realno-prybutkova-sprava.html> (дата звернення: 02.04.2025).

Небаба К.С. Загальний і активний симбіотичний потенціал гороху посівного залежно від технологічних прийомів в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022. № 46 (4). С. 49–54. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.7>.

Німенко С.С., Грабовський М.Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 89–97. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.13>.

Фурман В.А., Фурман О.В., Губар М.І., Свистунова І.В. Вплив інокуляції та удобрення на формування симбіотичної та насінневої продуктивності сої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 137–145.

Фурман О.В. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 200–205.

Bahan A., Shakalii S., Yurchenko S., Marenych M., Mykhailenko H. The effect of humic growth stimulants on the productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. Issue 7. P. 53–61. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.53>.

Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. Issue 5. P. 177–182. https://doi.org/10.15421/2020_206.

Khomina V., Lapchynskiy V., Nebaba K., Pustova Z., Plahtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. Issue 10. P. 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79>.

Nebaba K., Khmelianchyshyn Yu., Panasiuk R., Puczel J., Koberniuk O. Influence of biostimulants on physiological processes, productivity, and quality of pea crop in modern agriculture. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28. Issue 1. P. 61–72. <https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.61>.

Vakhnyak V., Khomovyi M., Trach I., Yavorov V., Petryshche O. The role of restoring degraded soils in ensuring food security in the agro-industrial sector. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28. Issue 2. P. 73–88. <https://doi.org/10.48077/scihor2.2025.73>.

References

Vujko, O.M. (2023). Symbiotychna aktyvnist horokhu posivnoho zalezno vid sortovoho skladu ta peredposivnoi obrobky [Symbiotic activity of field peas depending on varietal composition and pre-sowing treatment]. *Ahrarni Innovatsii [Agricultural innovations]*, 22, 20–24. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.3> [in Ukrainian].

Didur, I.M., & Ziuzko, L.H. (2025). Nakopychennia ta balans azotu v grunti pry vyroshchuvanni soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Accumulation and balance of nitrogen in the soil during soybean cultivation in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Tavria Scientific Bulletin]*, 141 (1), 72–77. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10> [in Ukrainian].

Zabarna, T.A. (2020). Vplyv pozakorenovykh pidzhyvlien na pokaznyky symbiotychnoi diialnosti soi [The effect of foliar fertilisation on the symbiotic activity of soybeans]. *Polskyi naukovyi zhurnal [Polish journal of science]*, 25, 6–11 [in Ukrainian].

Kovalenko, O.A. (2021). Zastosuvannia mikrodobryv ta biopreparativ v zoni pivdennoho stepu Ukrainy za vyroshchuvannia horokhu [Application of microfertilizers and biological products in the

southern steppe zone of Ukraine for growing peas]. *Sil'ske hospodarstvo i lisivnytstvo* [Agriculture and forestry], 22, 22–23. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.2> [in Ukrainian].

Kots', S.Ya. (2016). *Doslidzhennia biolohichnoi fiksatsii azotu v Instytuti fiziologii roslyn i henetyky NAN Ukrainy* [Research into biological nitrogen fixation at the Institute of Plant Physiology and Genetics of the NAS of Ukraine]. *Fiziologhiia roslyn i henetyka* [Plant physiology and genetics], 48 (3), 215–231. <https://doi.org/10.1407/frg2018.06.463> [in Ukrainian].

Mamenko, P.M. (2017). *Inokuliatsiia horokhu: marketynhovyi khid chy real'no prybutkova sprava?* [Pea inoculation: a marketing ploy or a profitable business?]. *Ahrobiznes sohodni* [Agribusiness today]. [Electronic resource] URL: <https://surl.lu/hclnfs> (access date 02.04.2025) [in Ukrainian].

Nebaba, K.S. (2022). *Zahalnyi i aktyvnyi symbiotychnyi potentsial horokhu posivnoho zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv v umovakh Lisostepu Zakhidnoho* [General and active symbiotic potential of field peas depending on technological methods in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriiia "Ahronomiia i biolohiia"* [Bulletin of Sumy National Agrarian University], 46 (4), 49–54. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.7> [in Ukrainian].

Nimenko, S.S., & Hrabovskyi, M.B. (2023). *Formuvannia symbiotychnoho aparatu sortiv soi za orhanichnoho vyroshchuvannia* [Formation of symbiotic apparatus of soybean varieties under organic cultivation]. *Ahrarni innovatsii* [Agricultural innovations], 18, 89–97. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.13> [in Ukrainian].

Furman, V.A., Furman, O.V., Hubar, M.I., & Svystunova, I.V. (2022). *Vplyv inokuliatsii ta udobrennia na formuvannia symbiotychnoi ta nasinnevoi produktyvnosti soi* [The influence of inoculation and fertilisation on the formation of symbiotic and seed productivity of soybean]. *Tavriiskyi naukovi visnyk* [Tavria Scientific Bulletin], 123, 137–145 [in Ukrainian].

Furman, O.V. (2021). *Symbiotychna produktyvnist ta urozhainist nasinnia soi zalezno vid inokuliatsii ta udobrennia* [Symbiotic productivity and yield of soybean seeds depending on inoculation and fertilisation]. *Tavriiskyi naukovi visnyk* [Tavria Scientific Bulletin], 118, 200–205 [in Ukrainian].

Bahan, A., Shakalii, S., Yurchenko, S., Marenych, M., & Mykhailenko, H. (2024). The effect of humic growth stimulants on the productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Scientific Horizons*, 27 (7), 53–61. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.53> [in English].

Didur, I., Bakhmat, M., Chynchyk, O., Pansyryeva, H., Telekalo, N., & Tkachuk, O. (2020). Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (5), 177–182. https://doi.org/10.15421/2020_206 [in English].

Khomina, V., Lapchynskyi, V., Nebaba, K., Pustova, Z., & Plahtiy, D. (2024). Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*, 27 (10), 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79> [in English].

Nebaba, K., Khmelianchyshyn, Yu., Panasiuk, R., Puczel, J., & Koberniuk, O. (2025). Influence of biostimulants on physiological processes, productivity, and quality of pea crop in modern agriculture. *Scientific Horizons*, 28 (1), 61–72. <https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.61> [in English].

Vakhnyak, V., Khomovyi, M., Trach, I., Yavorov, V., & Petryshche, O. (2025). The role of restoring degraded soils in ensuring food security in the agro-industrial sector. *Scientific Horizons*, 28 (2), 73–88. <https://doi.org/10.48077/scihor2.2025.73> [in English].

Отримано: 24.04.2025

Прийнято: 15.05.2025