

УДК 633.358:631.847:631.559:57.083(477.4)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.10>

## ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ГОРОХУ ПІД ВПЛИВОМ БІОПРЕПАРАТІВ УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Небаба К. С.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0002-4529-3623](https://orcid.org/0000-0002-4529-3623)

**Диня В. І.** – к.т.н., доцент,

завідувач кафедри машиновикористання та технологій в сільському господарстві,  
Відокремлений підрозділ  
Національного університету біоресурсів і природокористування України  
Бережанський агротехнічний інститут  
[orcid.org/0000-0002-0008-908X](https://orcid.org/0000-0002-0008-908X)

Раціональне формування асиміляційної поверхні є визначальним чинником підвищення продуктивності зернобобових культур, зокрема гороху посівного (*Pisum sativum* L.), особливо за умов упровадження біологізованих технологій вирощування. Застосування мікоризних грибів, бактеріальних препаратів та мікродобрив розглядається як ефективний інструмент регулювання фотосинтетичної активності й підвищення адаптаційного потенціалу рослин.

Метою дослідження було встановлення впливу дії мікоризних грибів у поєднанні з інокуляцією та мікродобривами на формування асиміляційної поверхні рослин гороху безлисточкових сортів ЕСО та Гамбіт у різні фази розвитку в умовах Правобережного Лісо-stepу України.

Польові дослідження проводили у 2020–2024 рр. на чорноземі типовому за двофакторною схемою з використанням біопрепаратів Мікофренд, Нітрофікс, Ризоактив Бобові та їх комбінацій у поєднанні з мікродобривами Найс і Авангард. Площу асиміляційної поверхні визначали у фазах ВВСН 51–55, 65–67, 71–75 та 81–85 з урахуванням морфологічних особливостей досліджуваних сортів, де значну фотосинтетичну функцію виконують вуса та прилистки.

Встановлено, що максимальна площа асиміляційної поверхні формувалася у фазі масового цвітіння (ВВСН 65–67) та досягала 391,7–402,2 м<sup>2</sup>/га у варіанті поєднання Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард, що перевищувало контрольні показники (262,0 м<sup>2</sup>/га) на 50–54 %. У фазі бутонізації (ВВСН 51–55) приріст площі асиміляційної поверхні становив у 2,0–2,6 рази порівняно з контролем.

Сорт гороху Гамбіт формував у середньому на 8–18 % більшу площу асиміляційної поверхні, ніж рослини сорту ЕСО, що зумовлено вищим габітусом рослин та більш розвиненим фотосинтетичним апаратом. Найменші значення показника зафіксовано у фазі досягання (ВВСН 81–85) – 16,0–25,4 м<sup>2</sup>/га залежно від варіанта.

Додатково встановлено, що поєднане застосування мікоризних грибів і бактеріальних інокулянтів сприяє подовженню періоду активного функціонування асиміляційної поверхні, що підвищує ефективність фотосинтетичної діяльності посівів.

Отримані результати підтверджують доцільність використання мікоризних і бактеріальних препаратів у поєднанні з мікродобривами для підвищення ефективності формування асиміляційної поверхні та оптимізації продуктивності гороху посівного.

**Ключові слова:** горох посівний, асиміляційна поверхня, мікоризні гриби, біопрепарати, мікродобрива.



***Nebaba K. S., Dynia V. I. Formation of the assimilative surface of pea under the influence of biopreparations in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine***

*Rational formation of the assimilative surface is a key factor in increasing the productivity of grain legume crops, particularly field pea (*Pisum sativum* L.), especially under the implementation of biologized cultivation technologies. The use of mycorrhizal fungi, bacterial preparations, and micronutrient fertilizers is considered an effective tool for regulating photosynthetic activity and enhancing plant adaptive capacity.*

*The aim of the study was to determine the effect of mycorrhizal fungi in combination with seed inoculation and micronutrient fertilizers on the formation of the assimilative surface of leafless pea cultivars ESO and Gambit at different growth stages under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.*

*Field experiments were conducted during 2020–2024 on typical chernozem soil using a two-factor experimental design with the application of biopreparations Mycofriend, Nitrofix, Rhizoactive Legumes, and their combinations in conjunction with micronutrient fertilizers Nice and Avangard. The assimilative surface area was determined at BBCH growth stages 51–55, 65–67, 71–75, and 81–85, taking into account the morphological characteristics of the studied cultivars, in which tendrils and stipules perform a significant photosynthetic function.*

*It was established that the maximum assimilative surface area was formed during the full flowering stage (BBCH 65–67) and reached 391.7–402.2 m<sup>2</sup>/ha under the combined application of Mycofriend + Rhizoactive Legumes + Avangard, exceeding the control (262.0 m<sup>2</sup>/ha) by 50–54 %. At the budding stage (BBCH 51–55), the increase in assimilative surface area was 2.0–2.6 times higher than the control.*

*The Gambit cultivar formed, on average, an 8–18 % larger assimilative surface area than the ESO cultivar, which is associated with greater plant height and a more developed photosynthetic apparatus. The lowest values were recorded at the maturity stage (BBCH 81–85), ranging from 16.0 to 25.4 m<sup>2</sup>/ha depending on the treatment.*

*Additionally, it was found that the combined use of mycorrhizal fungi and bacterial inoculants prolongs the period of active functioning of the assimilative surface, thereby increasing the efficiency of photosynthetic activity in pea crops.*

*The obtained results confirm the feasibility of using mycorrhizal and bacterial preparations in combination with micronutrient fertilizers to improve the efficiency of assimilative surface formation and optimize field pea productivity.*

**Key words:** *field pea, assimilative surface, mycorrhizal fungi, biopreparations, micronutrient fertilizers.*

**Постановка проблеми.** Формування оптимальної асиміляційної поверхні рослин є одним із ключових чинників, що визначають рівень продуктивності зернобобових культур, зокрема гороху посівного. Площа листкової поверхні безпосередньо впливає на інтенсивність фотосинтезу, накопичення органічної речовини та формування врожаю, а її динаміка істотно змінюється залежно від фази розвитку рослин і умов мінерального та біологічного живлення. В умовах сучасного землеробства актуальним залишається пошук ефективних і екологічно безпечних технологій, здатних підвищити продуктивність гороху за рахунок оптимізації фізіолого-біологічних процесів без надмірного використання мінеральних добрив.

Важливу роль у формуванні асиміляційної поверхні відіграють симбіотичні мікроорганізми, зокрема мікоризні гриби, які покращують забезпечення рослин поживними речовинами, водою та сприяють активізації ростових процесів [1, 15]. Інокуляція насіння мікоризними препаратами у поєднанні з мікродобривами розглядається як перспективний напрям підвищення ефективності живлення та адаптаційної здатності рослин у різні фази онтогенезу [16, 9]. Проте інтенсивність впливу мікоризації на формування асиміляційної поверхні гороху може змінюватися залежно від фази розвитку рослин, що потребує детального наукового аналізу.

Незважаючи на наявність окремих досліджень, питання комплексної дії мікоризних грибів та мікродобрив на динаміку площі асиміляційної поверхні гороху посівного впродовж вегетації залишається недостатньо вивченим, особливо за

багаторічних спостережень. Це зумовлює необхідність проведення системних досліджень з урахуванням фаз розвитку рослин, що дозволить науково обґрунтувати ефективність біологізації технологій вирощування гороху та сприятиме підвищенню продуктивності культури за умов екологічної сталості агроєкосистем.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж останнього десятиліття значна увага науковців приділяється ролі асиміляційної поверхні у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема зернобобових [16]. Доведено, що площа листової поверхні є ключовим морфологічним показником, який визначає інтенсивність фотосинтезу, накопичення біомаси та ефективність використання поживних речовин [2, 17].

Дослідження впливу мікробних інокулянтів на ріст і фотосинтетичний апарат рослин показують, що застосування біологічних препаратів сприяє істотному збільшенню листової поверхні, інтенсивності ростових процесів і продуктивності бобових культур. У польових дослідженнях на горосі встановлено позитивний вплив мінерального удобрення та передпосівної інокуляції насіння мікробними препаратами на формування листової поверхні, що супроводжувалося підвищенням урожайності та вмісту білка в зерні [3, 4, 7].

Важливу роль у покращенні живлення рослин та стимулюванні розвитку фотосинтетичного апарату відіграють арбускулярні мікоризні гриби (AMF). Узагальнений матаналіз 187 наукових досліджень засвідчив, що інокуляція AMF забезпечує в середньому підвищення біомаси рослин на 47 %, збільшення концентрації азоту на 16 % та фосфору на 27 %, а загальне засвоєння фосфору – більш ніж удвічі [5, 8]. Це свідчить про потужний потенціал мікоризації у формуванні продуктивного фотосинтетичного апарату.

Окрім цього, встановлено, що інокуляція мікоризними грибами позитивно впливає на мінеральне живлення, фізіологічний стан і мікробіом ризосфери гороху, що сприяє кращій адаптації рослин до стресових чинників та активізації ростових процесів [6, 10].

Комплексна дія AMF і ризобіальних бактерій також демонструє здатність посилювати фотосинтетичні параметри, зокрема збільшувати площу листової поверхні та хлорофільний індекс у бобових культур, що підтверджує синергетичний ефект біологічних препаратів у системі екологічно орієнтованих агротехнологій [11, 16].

Разом із тим, аналіз сучасних публікацій свідчить, що більшість досліджень спрямовані на загальні показники росту, живлення та врожайності, тоді як динаміка формування асиміляційної поверхні гороху впродовж різних фаз онтогенезу, особливо за комплексного застосування мікоризних препаратів і мікродобрив у багаторічному аспекті, залишається недостатньо вивченою [12]. Це підтверджує наявність актуальної наукової ніші та обґрунтовує необхідність подальших досліджень у напрямі біологізації технологій вирощування гороху в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Постановка завдання.** В умовах сучасного землеробства підвищення продуктивності гороху посівного (*Pisum sativum L.*), дедалі більше пов'язується із впровадженням біологізованих технологій, спрямованих на оптимізацію мінерального живлення та активізацію природних механізмів росту і розвитку рослин [13, 15]. Особливу роль у цьому процесі відіграють мікоризні гриби, які здатні покращувати засвоєння фосфору, азоту та мікроелементів, підвищувати водоутримувальну здатність ґрунту, стимулювати розвиток кореневої системи та посилювати стійкість рослин до абіотичних стресів [14].

**Метою дослідження** є встановлення впливу мікоризних грибів у поєднанні з бактеріальною інокуляцією та мікродобрив на формування асиміляційної поверхні, фотосинтетичний потенціал і продуктивність гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Матеріали та методи досліджень.** Польові дослідження з вивчення формування асиміляційної поверхні рослин гороху посівного сортів Есо та Гамбіт проводили упродовж 2020–2024 рр. на дослідному полі науково-дослідного центру «Поділля».

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, глибокий, малогумусний, важко-суглинковий, сформований на лесовидних суглинках, із середнім рівнем забезпечення основними елементами живлення. Площа елементарної ділянки становила 50 м<sup>2</sup>, облікової – 48 м<sup>2</sup>.

Попередником культури була пшениця озима. Насіння гороху сортів Есо та Гамбіт висівали зерною сівалкою звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см та глибиною загортання насіння 5–6 см. Норма висіву складала 1,2 млн схожих насінин на 1 га. Після сівби, з метою забезпечення дружних сходів та оптимального формування листкової поверхні, на другий день проводили прикочування посівів кільчастим котком.

Оцінку формування асиміляційної поверхні рослин проводили у ключові фази органогенезу відповідно до шкали ВВСН: 51–55 (бутонізація), 65–67 (цвітіння), 71–75 (налив бобів), 81–85 (достигання). Площу листкової поверхні визначали методом вимірювання листкової пластинки з подальшим перерахунком на одиницю площі (м<sup>2</sup>/га) за загальноприйнятими методиками.

Динаміку формування асиміляційної поверхні оцінювали шляхом аналізу змін площі листкової поверхні упродовж вегетації.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** За результатами досліджень (середнє за 2020–2024 рр.) встановлено суттєвий вплив біопрепаратів і технологічних елементів на формування площі асиміляційної поверхні рослин гороху сорту ЕСО в різні фази розвитку.

У контрольному варіанті без застосування біопрепаратів площа листкової поверхні у фазі ВВСН 51–55 становила 101,4 м<sup>2</sup>/га, у фазі ВВСН 65–67 зростала до 262,0 м<sup>2</sup>/га, після чого у фазі ВВСН 71–75 зменшувалась до 213,5 м<sup>2</sup>/га, а у фазі ВВСН 81–85 – до 16,0 м<sup>2</sup>/га. Використання препаратів Найс та Авангард сприяло підвищенню показників у всіх фазах розвитку, з максимальними значеннями 307,7 та 251,8 м<sup>2</sup>/га у фазах ВВСН 65–67 і ВВСН 71–75 відповідно (табл. 1).

Застосування мікробного препарату Мікофренд забезпечило подальше зростання площі асиміляційної поверхні. Так, у поєднанні з препаратом Авангард у фазі ВВСН 65–67 вона досягала 336,9 м<sup>2</sup>/га, що істотно перевищувало контроль. Найвищі показники зафіксовано у варіанті Мікофренд + Нітрофікс у поєднанні з препаратом Авангард, де площа листкової поверхні у фазі ВВСН 65–67 становила 388,7 м<sup>2</sup>/га, а у фазі ВВСН 71–75 – 314,6 м<sup>2</sup>/га.

Максимальні значення отримано при застосуванні комплексу Мікофренд + Ризоактив Бобові. У варіанті з препаратом Авангард площа асиміляційної поверхні у фазі ВВСН 65–67 сягала 402,2 м<sup>2</sup>/га, що перевищувало контрольний варіант майже в чотири рази. Високі показники також зберігались у фазі ВВСН 71–75 (335,9 м<sup>2</sup>/га) та ВВСН 81–85 (25,4 м<sup>2</sup>/га), що свідчить про пролонгований ефект біологічних препаратів на фізіологічний стан рослин.

Окреме застосування інокулянтів Нітрофікс та Ризоактив Бобові також позитивно впливало на формування листкової поверхні, однак поступалося

Таблиця 1

**Площа асиміляційної поверхні рослин гороху сорту ЕСО  
залежно від фази розвитку та елементів технології вирощування, м<sup>2</sup>/га  
(середнє за 2020–2024 рр.)**

Фактор А	Фактор В	ВВСН 51-55	ВВСН 65-67	ВВСН 71-75	ВВСН 81-55
контроль	контроль	101,4	262,0	213,5	16,0
	Найс	121,3	293,8	241,6	19,6
	Авангард	129,6	307,7	251,8	21,5
Мікофренд	контроль	138,9	270,3	219,5	18,9
	Найс	155,6	323,4	263,6	20,3
	Авангард	163,9	336,9	274,1	20,6
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	173,3	322,8	260,5	20,4
	Найс	226,9	383,5	310,5	23,2
	Авангард	239,7	388,7	314,6	24,6
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	185,9	345,0	276,7	21,6
	Найс	243,6	391,7	326,8	23,8
	Авангард	259,7	402,2	335,9	25,4
Нітрофікс	контроль	165,8	303,4	249,1	19,2
	Найс	190,6	354,3	293,8	22,4
	Авангард	203,4	361,2	299,6	22,9
Ризоактив Бобові	контроль	173,7	316,8	259,1	20,1
	Найс	215,8	371,1	313,7	23,7
	Авангард	228,5	383,7	328,5	24,1

комплексним варіантам. Найефективнішим серед них виявився Ризоактив Бобові у поєднанні з Авангардом, де у фазі ВВСН 65–67 площа асиміляційної поверхні становила 383,7 м<sup>2</sup>/га.

Отримані результати підтверджують, що інтегроване застосування біопрепаратів, зокрема комплексу Мікофренд + Ризоактив Бобові, у поєднанні зі стимулюючими препаратами забезпечує максимальне формування асиміляційної поверхні рослин гороху, що є важливою передумовою підвищення фотосинтетичної продуктивності та врожайності культури

Аналіз експериментальних даних свідчить, що площа асиміляційної поверхні рослин гороху сорту Гамбіт істотно змінювалася залежно від фази розвитку та застосованих елементів технології вирощування.

У фазі ВВСН 51–55 (бутонізація) найменші значення асиміляційної поверхні зафіксовано у контрольному варіанті без застосування біопрепаратів і мікродобрих – 101,4 м<sup>2</sup>/га. Використання мікродобрих Найс та Авангард сприяло зростанню цього показника до 121,3–129,6 м<sup>2</sup>/га. Застосування біопрепаратів забезпечувало більш суттєве підвищення площі асиміляційної поверхні, зокрема у варіанті Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард вона досягала 259,7 м<sup>2</sup>/га, що більш ніж у 2,5 рази перевищувало контроль.

У фазі ВВСН 65–67 (масове цвітіння) спостерігалось максимальне формування асиміляційної поверхні. Найвищі показники зафіксовано у варіанті Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард: 402,2 м<sup>2</sup>/га, що на 140,2 м<sup>2</sup>/га більше порівняно

з абсолютним контролем (262,0 м<sup>2</sup>/га). Високі значення також отримано у варіантах Мікофренд + Нітрофікс + Авангард (388,7 м<sup>2</sup>/га) та Ризоактив Бобові + Авангард (383,7 м<sup>2</sup>/га) (табл. 2).

Таблиця 2

**Площа асиміляційної поверхні рослин гороху сорту Гамбіт залежно від фази розвитку та елементів технології вирощування, м<sup>2</sup>/га (середнє за 2020–2024 рр.)**

Фактор А	Фактор В	ВВСН 51-55	ВВСН 65-67	ВВСН 71-75	ВВСН 81-85
контроль	контроль	101,4	262,0	213,5	16,0
	Найс	121,3	293,8	241,6	19,6
	Авангард	129,6	307,7	251,8	21,5
Мікофренд	контроль	138,9	270,3	219,5	18,9
	Найс	155,6	323,4	263,6	20,3
	Авангард	163,9	336,9	274,1	20,6
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	173,3	322,8	260,5	20,4
	Найс	226,9	383,5	310,5	23,2
	Авангард	239,7	388,7	314,6	24,6
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	185,9	345,0	276,7	21,6
	Найс	243,6	391,7	326,8	23,8
	Авангард	259,7	402,2	335,9	25,4
Нітрофікс	контроль	165,8	303,4	249,1	19,2
	Найс	190,6	354,3	293,8	22,4
	Авангард	203,4	361,2	299,6	22,9
Ризоактив Бобові	контроль	173,7	316,8	259,1	20,1
	Найс	215,8	371,1	313,7	23,7
	Авангард	228,5	383,7	328,5	24,1

У фазі ВВСН 71–75 (налив бобів) площа асиміляційної поверхні дещо зменшувалася, що пов'язано з фізіологічним старінням листкової поверхні. Водночас перевага варіантів із комбінованим застосуванням мікоризних препаратів і мікродобрив зберігалася. Максимальне значення 335,9 м<sup>2</sup>/га відмічено на варіанті Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард, що перевищувало контроль на 122,4 м<sup>2</sup>/га.

У завершальній фазі вегетації (ВВСН 81–85) відбувалося різке зменшення площі асиміляційної поверхні внаслідок природного відмирання фотосинтезуючих органів. Проте і в цей період застосування біопрепаратів забезпечувало вищі показники порівняно з контролем. Найбільшу площу асиміляційної поверхні 25,4 м<sup>2</sup>/га, зафіксовано на ділянках із застосуванням препаратів Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард, тоді як у контрольному варіанті вона становила: 16,0 м<sup>2</sup>/га.

**Висновок.** Порівняльний аналіз показав, що формування асиміляційної поверхні у сортів гороху ЕСО та Гамбіт істотно залежало від фази розвитку та застосування біопрепаратів. В обох сортів максимальні значення площі асиміляційної поверхні формувалися у фазі ВВСН 65–67, після чого у фазах ВВСН

71–75 та ВВСН 81–85 спостерігалось поступове зниження показника внаслідок старіння фотосинтезуючих органів.

Сорт Гамбіт у середньому формував більшу асиміляційну поверхню, ніж сорт ЕСО (на 8–18 %), що зумовлено вищим габітусом рослин та більшою площею фотосинтезуючих органів. Вища рослинна маса сорту Гамбіт забезпечувала більший потенціал накопичення асиміляційної поверхні упродовж вегетації.

Разом із цим сорт Гамбіт виявив більш виражену реакцію на біопрепарати, демонструючи приріст площі асиміляційної поверхні відносно контролю на 25–60 %, тоді як у сорту ЕСО приріст становив у межах 20–45 % залежно від фази розвитку.

Найвищі показники в обох сортів забезпечувало поєднане застосування Мікофренду з Ризоактивом Бобові та мікродобривом Авангард, що підтверджує синергійний ефект мікоризних грибів, бактеріальних інокулянтів і оптимізованого мінерального живлення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В. Ф., Воронецька І. С., Корнійчук О. В. Сучасний стан та перспективи вирощування зернобобових культур в Україні. Корми і кормовиробництво. 2020. Вип. 89. С. 3–15. <https://doi.org/10.31073/kormovugrobnnytstvo202089-01>
2. Бахмат О. М., Ковальчук О. М. Вплив мікробних препаратів на формування продуктивності зернобобових культур. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 4. С. 52–60. <https://doi.org/10.31073/agrovvisnyk202204-07>
3. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 3–8. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.1>
4. Ревтьо О. Я., Малярчук А. С. Особливості вирощування гороху посівного зернового типу за умов зміни клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 141. Ч. 2. С. 44–50. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.7>
5. Іващенко О. О., Романенко О. Л. Біологізація технологій вирощування зернобобових культур. *Землеробство*. 2023. Вип. 2. С. 67–75. <https://doi.org/10.31073/zemlerobstvo202302-09>
6. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієнко О. О. Вплив інокуляції на продуктивність гороху посівного. *Вісник НУБіП України. Серія: Агронія*. 2021. Вип. 315. С. 112–120. <https://doi.org/10.31548/agr2021.03.112>
7. Ситник В. П., Кравченко Р. В. Біологічні особливості формування продуктивності гороху. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 2. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.009>
8. 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>
9. Yeremko L., Hanhur V., Staniak M. Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*. 2024. Vol. 14, № 5. Article 1004. <https://doi.org/10.3390/agronomy14051004>
10. Бахмат М. І., Плахтій Д. П., Небаба К. С. Формування фотосинтетичного апарату гороху посівного залежно від технологічних прийомів в умовах Лісостепу Західного. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 3. С. 139–145. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.033>
11. Hossain M., Rahman M., Ali M., Islam M. Rhizobium inoculation and micronutrient addition influence the growth, yield, quality and nutrient uptake of garden peas (*Pisum sativum* L.). *Phyton – International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, № 5. P. 901–922. <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.049226>

12. Kalapchieva S., Yankova V., Zlatareva E., Genev G. Micronutrient concentration in garden pea genotypes as affected by inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria. *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*. 2024. Vol. 58, № 4. P. 21–34. <https://doi.org/10.61308/QLKP3659>
13. Hubbard M., Thomson M., Bainard L. D. Effects of nitrogen fertilization and arbuscular mycorrhizal fungal inoculant on pea and lentil crops. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. Article 1120435. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1120435>
14. Bakhshandeh E., Pirdashti H., Shahsavarpour L. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and yield of pea. *Journal of Plant Nutrition*. 2019. Vol. 42, № 3. P. 318–330. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1554671>
15. Hrushetsky, S., Nebaba, K., Pantsyreva, H., Stepanchenko, V., Zagmitko, 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 and Environmental Technology*. 2025, 26(12), С. 329–339. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/214421>
16. Chen M., Wang L., Li Y., Zhang X. Legume-based rotation enhances subsequent wheat yield and maintains soil carbon storage. *Agronomy for Sustainable Development*. 2023. Vol. 43. Article 64. DOI: 10.1007/s13593-023-00874-2.
17. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Формування фотосинтетичного потенціалу зернобобових культур. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 78–86. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-12-09>

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026