



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 633.358:
631.5:551.5(477.4.6)
© 2026

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ

В.Ф. Камінський¹, С.П. Дворецька², Т.В. Каражбей³

¹академік НААН, професор, доктор сільськогосподарських наук

²кандидат сільськогосподарських наук

¹Національна академія аграрних наук України

вул. Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

¹⁻³Національний науковий центр «Інститут землеробства

Національної академії аграрних наук України»

вул. Машинобудівників, 2-Б, с-ще Чабани

Фастівського р-ну Київської обл., 08162, Україна

e-mail: ¹kamin.60@ukr.net, ²Sdvorecka20@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-9668-6742, ²0000-0002-8189-643X, ³0000-0002-9400-5165

Надійшла 16.04.2026. Рецензована 23.04.2026. Прийнята до друку 10.06.2026

Мета. Визначити закономірності формування продуктивності гороху посівного залежно від гідротермічних умов та оптимізації елементів технології його вирощування (мінерального живлення, інокуляції насіння й позакореневого підживлення) для максимальної реалізації його генетичного потенціалу. **Методи.** Польовий (проведення стаціонарного польового дослідження), лабораторно-польовий (морфофізіологічний) (вивчення параметрів росту та розвитку рослин), хіміко-аналітичний (визначення агрохімічної характеристики ґрунту), порівняльно-розрахунковий (моніторинг температурного режиму й кількості опадів порівняно із середньобагаторічними значеннями), статистичний (підтвердження достовірності отриманих результатів). **Результати.** Дослідження, які проводили впродовж 2021 – 2025 рр. в умовах північної частини Лісостепу в стаціонарному польовому досліді ННЦ «Інститут землеробства НААН» на темно-сірому опідзоленому ґрунті, підтвердили істотну залежність урожайності культури від вологозабезпечення у фазах бутонізації та цвітіння. Найвищу врожайність зерна гороху посівного (4,59 т/га) отримано у сприятливому за погодними умовами 2025 р., через посуху у 2023 р. цей показник у контролі знизився до 1,67 т/га. Установлено, що комплексна інтенсифікація технології вирощування гороху посівного сприяє збільшенню вдвічі площі листової поверхні (до 434,0 см²/роsl.) порівняно зі значенням у контролі. Найбільший ефект дає роздрібне внесення азоту

на фоні $P_{45}K_{60}$. Визначальним фактором продуктивності культури є кількість бобів на рослині. За оптимального живлення цей показник зростає на 39,5% (до 4,80 шт./росл.), а індивідуальна маса рослини підвищується на 64,7%. Інокуляція насіння є одним із найбільш ефективних заходів, що забезпечує приріст урожаю гороху посівного на 0,35 т/га, а використання мікродобрив у критичних фазах (інтенсивного росту та бутонізації) сприяє додатковому формуванню 0,3–0,5 т/га зерна. **Висновки.** Інтенсивна технологія вирощування гороху посівного, яка поєднує інокуляцію насіння, збалансоване мінеральне живлення $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ чи $P_{45}K_{60} + N_{30}$ і позакореневе підживлення, дає змогу підвищити врожайність гороху на 73% (в середньому до 3,72 т/га) порівняно з базовою технологією, забезпечуючи високу адаптивність культури до кліматичних змін.

Ключові слова: гідротермічні умови, горох посівний, інокуляція, мінеральне живлення, позакореневе підживлення, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202606-03>

Горох посівний — одна з найважливіших сільськогосподарських культур у світі та в Україні, сфера його використання досить широка. Ця універсальна рослина є джерелом дешевого та високоякісного рослинного білка для людини, у тваринництві — незамінним компонентом для створення збалансованих за білком кормів й одним із найкращих попередників для більшості культур (особливо пшениці озимої) завдяки своїй здатності фіксувати з повітря біологічний азот і поліпшувати структуру ґрунту. Відзначено також його істотну фітосанітарну роль [1–5]. Економічна й екологічна важливість гороху посівного полягає в значній економії ресурсів на його вирощуванні, ранніх термінах збирання, що критично важливо в умовах дефіциту вологи [2, 3].

Останніми роками дослідження питань удосконалення технології вирощування гороху посівного спрямовані на пошук способів оптимізації вологозабезпечення, впровадження інноваційних сортів, розроблення раціональних систем живлення та захисту з метою найбільшої адаптації до глобальних змін клімату. Сучасні технології вирощування гороху орієнтовані на нівелювання стресових чинників, зумовлених

значною мірою кліматичними трансформаціями [4–6]. У формуванні врожайності гороху посівного домінують кліматичні чинники. Найбільше продуктивність цієї культури залежить від умов зволоження у критичних фазах його вегетації, зокрема під час закладання генеративних органів і до цвітіння, а надмірна (понад 30 °С) температура повітря в період цвітіння призводить до стерильності квіток [7, 8].

В умовах глобального потепління важливим елементом технології вирощування гороху посівного є сорт, у якому мають поєднуватися посухостійкість і стійкість до вилягання, що дуже важливо для механізованого збирання та зниження втрат урожаю [9–11].

У технології вирощування гороху посівного одним із головних чинників підвищення врожайності та якості його зерна є використання добрив. Оскільки ця бобова культура надзвичайно чутлива до балансу елементів живлення, її удобрення ґрунтується на поєднанні симбіотичної азотфіксації та раціонального внесення мінеральних добрив [12–14]. Дослідження [15–17] підтверджують, що інтегрована система удобрення, яка поєднує основне внесення

фосфорно-калійних добрив із передпосівною інокуляцією та позакореневим підживленням мікроелементами, є обов'язковою умовою реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів. Водночас інокуляція та позакореневе підживлення розглядають як 2 фундаментальних важелі керування процесом формування продуктивності гороху посівного. Використання сучасних інокулянтів сприяє збільшенню врожайності й поліпшенню родючості ґрунту для наступних культур (ефект післядії), а також стимулює розвиток кореневої системи, що на 15–20% підвищує їх стійкість до короткочасних посух [17, 18].

Оскільки коренева система гороху посівного на ранніх етапах розвитку має слабку засвоювальну здатність, дієвим засобом швидкої корекції дефіциту елементів живлення є позакореневе (листокове) підживлення, найбільш критичними фазами для якого є поява 3–5 листків (закладання елементів потенційної продуктивності) й початок цвітіння (збереження зав'язі). Позакореневе підживлення амінокислотами та гуматами у фазі 5–6 листків допомагає рослині подолати «гербіцидний стрес», а в період цвітіння запобігає абортивності квіток і стимулює синтез амінокислот. Поєднання інокуляції та позакореневого підживлення дає змогу підвищити реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів культури [15, 17, 19].

Мета досліджень — визначити закономірності формування продуктивності сучасних сортів гороху посівного залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду та оптимізації елементів технології його вирощування (мінерального живлення, передпосівної інокуляції насіння і позакореневого підживлення) для максимальної реалізації потенціалу культури в умовах Лісостепу.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021–2025 рр. в умовах північної частини Лісостепу у стаціонарному польовому досліді ННЦ «Інститут землеробства НААН»

на темно-сірому опідзоленому ґрунті, який перед закладанням досліду характеризувався низьким умістом гумусу (за Тюрнімом) — 1,49–1,71%, середньою забезпеченістю легкогідролізним азотом (за Корнфілдом) — 68,6–78,4 мг/кг і фосфором P_2O_5 (за Кірсановим) — 140–150 мг/кг ґрунту, а також низьким умістом калію K_2O (за Кірсановим) — 55–70 мг/кг ґрунту. Кислотність ґрунтового розчину була близькою до слабкислої (рН 5,2–5,7).

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою досліду в таких формах: азотні — аміачна селітра (N — 34,4%), фосфорні — простий гранульований суперфосфат (P_2O_5 — 19,5%), калійні — калімагнезія (K_2O — 28%) Фосфорні й калійні добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту, азотні — навесні. Позакореневе підживлення N_{15} і N_{30} проводили у фазах «інтенсивного росту» та «бутонізації – цвітіння». Як добриво для позакореневого підживлення застосовували Оракул® мультикомплекс, до складу якого входить комплекс макро- і мікроелементів, зокрема: азот (N) у різних формах, фосфор (P_2O_5), калій (K_2O), сірка (SO_3), залізо (Fe), мідь (Cu), цинк (Zn), марганець (Mn), кобальт (Co), молібден (Mo). Передпосівну інокуляцію насіння здійснювали препаратом БТУ®-Р на основі бульбочкових симбіотичних бактерій *Rhizobium leguminosarum* із титром від $2,0 \times 10^9$ КУО/см³. Досліджували сорт гороху посівного Глянс. Облікова площа ділянки — 25 м².

Під час вегетації застосовували комплексний підхід до оцінювання стану посівів за допомогою метеорологічного моніторингу: щодаки детально фіксували показники температури повітря та кількості опадів, що дало змогу виявити критичні точки впливу посухи на розвиток культури. У фазі цвітіння відбирали рослинні зразки для вимірювання площі листків із метою визначення залежності фотосинтетичного апарату від рівня живлення. Перед збиранням урожаю

проводили повний морфологічний розбір рослин — підраховували кількість бобів, насінин у бобі та масу зерна з 1 рослини.

Урожай зерна гороху посівного збирали з кожної облікової ділянки. Для підтвердження достовірності результатів і визначення впливу кожного фактора дані опрацьовували методом дисперсійного аналізу. Математично підтверджено (показник $HP_{0,5}$), що приріст урожаю на дослідних ділянках отримали завдяки застосуванню елементів технології вирощування гороху посівного, загальноприйнятої для зони Лісостепу.

Результати досліджень. Формування продуктивності гороху посівного в умовах Лісостепу України є результатом складної взаємодії гідротермічних показників у період вегетації та елементів технології його вирощування. Дослідженнями, проведеними впродовж 2021–2025 рр., встановлено закономірності росту та розвитку культури залежно від погодних умов і зазначених факторів технології її вирощування (табл. 1).

Аналіз метеорологічних показників свідчить про значну варіабельність коливань температури повітря та рівня вологозабезпечення, що типово для зміни клімату. Горох посівний як культура, вирощувана в помірному кліматичному поясі, дуже чутливий до дефіциту вологи саме у критичні фази розвитку: бутонізації, цвітіння і наливу зерна. У період досліджень спостерігали стійке підвищення температури порівняно із середньобаторічними даними та нерівномірність опадів у фазах вегетації.

У початковий період вегетації (у квітні) відзначено істотні коливання температури: від 8,1 °C у 2021–2022 рр. до 12,9 °C у 2024 р. Водночас вологозабезпеченість у квітні була нестабільною — від надлишкової у 2023 р. (75,2 мм), що затримувало сівбу, до недостатньої у 2022 та 2025 рр., коли кількість опадів не перевищувала 32 мм. У травні, який є критичним для наростання вегетативної маси, у більшості років погодні умови були сприятливими

1. Погодні умови вегетаційного періоду гороху посівного (2021 – 2025 рр.)

Рік	t °C, опадів, мм	Місяць														
		Квітень			Травень			Червень			Липень					
		Декада			Декада			Декада			Декада					
		І	II	III	І	II	III	І	II	III	І	II	III			
2021	°C, середня	6,4	9,2	8,7	12,4	15,3	16,3	14,7	17,5	22,0	25,0	21,3	24,2	26,5	24,2	25,0
	мм, сума опадів	8,4	22,2	6,4	11,8	13,4	37,6	62,8	13,2	3,2	3,8	20,2	22,4	21,2	4,4	48,0
2022	°C, середня	6,4	6,9	11,6	13,6	14,5	14,3	14,1	21,7	22,0	21,8	21,8	22,6	17,9	23,0	20,2
	мм, сума опадів	12,6	4,0	8,4	25,0	0,0	9,4	18,6	8,0	3,6	18,6	30,2	17,6	23,0	1,0	41,6
2023	°C, середня	8,0	9,7	11,5	12,2	18,0	19,1	16,4	19,8	20,1	20,6	20,2	22,6	22,5	21,7	22,3
	мм, сума опадів	43,0	29,6	2,6	75,2	0,4	0,0	0,4	21,0	10,2	19,4	50,6	31,8	61,0	44,0	136,8
2024	°C, середня	14,7	11,7	12,3	12,9	14,3	14,1	20,5	16,3	21,6	20,6	25,0	22,4	24,6	27,9	22,4
	мм, сума опадів	1,8	35,0	30,4	67,2	1,2	0,0	14,2	15,4	20,2	79,4	26,4	126,0	0,0	19,4	11,2
2025	°C, середня	4,8	12,8	16,2	11,3	12,3	11,1	17,4	13,6	22,3	17,2	17,4	19,0	23,8	21,6	22,2
	мм, сума опадів	31,0	0,2	0,6	31,8	13,4	15,8	5,0	34,2	28,4	18,8	13,8	61,0	0,8	9,4	96,2
Середньобаторічне значення	°C, середня	7,9	9,8	12,4	10,0	14,2	15,8	17,2	15,8	18,6	19,9	19,8	19,5	20,6	21,2	22,0
	мм, сума опадів	12,0	16,0	14,0	42,0	15,9	20,0	29,1	65,0	23,8	25,1	25,1	74,0	23,0	20,0	25,0

для розвитку гороху посівного, проте спостерігалися посухи. У травні 2023 та 2024 рр., коли за місяць випало лише 0,4 і 15,4 мм опадів, що на фоні поступового підвищення температури у III декаді до 19,1 та 20,5 °С створювало значний гідротермічний стрес для рослин.

У період цвітіння і формування бобів (червень) спостерігали стабільне перевищення середньобагаторічних температурних показників. Найбільш стресовими були 3-ті декади червня 2021 та 2024 рр., коли середня температура становила 25 °С, що зазвичай характеризуються суховіями, які можуть призвести до абортивності квіток. Зволоження в червні було вкрай контрастним: якщо в червні 2021 р. зафіксовано нестачу вологи (20,2 мм), то у 2024 р. спостерігався її надлишок (126,0 мм), що негативно позначилося на наливів зерна. Завершальний етап вегетації в липні характеризувався спекотною погодою з температурою повітря 20,2–25,0 °С. Липень у 2022 та 2024 рр. був відносно сухим, що сприяло швидкому дозріванню та збиранню врожаю зерна гороху посівного в стислі терміни. Загалом за 5-річний період найбільш аномальним за температурним режимом видався 2024 р. із середнім показником 19,2 °С, а найбільший дефіцит вологи спостерігався у 2022 р., коли загальна сума опадів за вегетацію становила лише половину норми.

За даними аналізу погодних умов у період розвитку гороху посівного, 2021 і 2025 рр. були найбільш сприятливими за зволоженням у I половині вегетації, що забезпечило активний ріст рослин і формування репродуктивних органів.

У 2025 р. рівномірне зволоження в травні – червні та помірні температури повітря сприяли подовженню фотосинтетичної активності, зменшенню стресу та високій виповненості бобів, що дало змогу отримати максимальну врожайність — 4,59 т/га.

Натомість 2023 і 2024 рр. характеризувалися несприятливими погодними умовами. У 2023 р. критична посуха

у травні спричинила стрес у рослин, застримку росту та зниження врожайності до 1,67 т/га. У 2024 р. достатнє зволоження у квітні не компенсувало літню посуху й високі температури в липні, що призвело до швидкого дозрівання та зменшення кількості бобів на рослині.

Визначальною умовою реалізації генетичного потенціалу продуктивності зернобобових культур, зокрема гороху посівного, є формування потужного асиміляційного апарату. Площа листової поверхні визначає інтенсивність фотосинтетичних процесів і накопичення органічної речовини, що особливо важливо для сучасних сортів гороху посівного у критичних фазах для їх розвитку. Оптимізація цього показника потребує комплексного підходу, який у технологіях його вирощування поєднує раціональне мінеральне живлення, передпосівну інокуляцію насіння та позакореневе підживлення мікроелементами.

Результати аналізу формування площі листової поверхні рослин гороху посівного сорту Глянс у фазі цвітіння підтверджують істотний вплив досліджуваних факторів — інокуляції насіння та систем удобрення — на розвиток асиміляційного апарату. За результатами усереднених даних за 2021–2025 рр. мінімальні показники площі листової поверхні зафіксовано в контрольному варіанті без застосування жодних засобів впливу — 214,9 см²/росл. Із застосуванням інокуляції насіння на природному фоні родючості цей показник підвищився на 34,7%, забезпечивши збільшення площі листової поверхні до 289,6 см²/росл. Подібний результат спостерігали й від позакореневого підживлення мікродобривом Оракул® мультікомплекс на фоні без унесення добрив — до 287,2 см²/росл., що еквівалентно дії біопрепарату. Найбільший синергетичний ефект у варіантах без унесення мінеральних добрив отримано за поєднання інокуляції та підживлення. Площа листків становила 321,8 см²/росл., що на 49,7% перевищило показник у контролі.

Із систем мінерального живлення найбільш ефективною виявилася та, що передбачала роздрібне внесення азоту на фоні застосування восени фосфорних і калійних добрив ($N_{15}P_{45}K_{60} + N_{15} + N_{15}$). У цьому варіанті технології вирощування гороху посівного навіть за відсутності додаткових факторів (інокуляції та підживлення) площа листової поверхні становила $315,1 \text{ см}^2/\text{росл.}$. Найвищий показник — $434,0 \text{ см}^2/\text{росл.}$ (вдвічі більший, ніж у контрольному варіанті) отримано за комплексного поєднання на зазначеному мінеральному фоні передпосівної інокуляції насіння з позакореневим унесенням мікродобрив.

Порівняльний аналіз інших систем удобрення, зокрема $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ та $P_{45}K_{60} + N_{30}$, виявив дещо меншу інтенсивність наростання вегетативної маси. За умови повної інтенсифікації технології вирощування гороху посівного (інокуляція + підживлення) площа листової поверхні в цих варіантах становила, відповідно, $375,0$ та $363,5 \text{ см}^2/\text{росл.}$ Така динаміка свідчить про те, що саме роздрібне внесення азотних добрив створює найбільш сприятливі умови для формування потужного фотосинтетичного апарату порівняно з одноразовим унесенням аналогічних доз. Отже, поєднання оптимізованого мінерального живлення з біологічними препаратами та мікродобривами є ключовим фактором формування максимальної асиміляційної поверхні гороху посівного сорту Глянс.

Формування високої та стабільної врожайності гороху посівного безпосередньо залежить від оптимізації елементів структури врожаю, які є головними індикаторами адаптивності культури до умов вирощування. Важливість дослідження таких показників, як кількість рослин на одиницю площі, кількість бобів на рослині, кількість зерен у бобі та індивідуальна продуктивність, полягає в тому, що саме вони визначають кінцевий біологічний і господарський урожай зерна. З урахуванням динаміки цих параметрів можна не лише оцінити

ефективність інокуляції чи мінерального живлення, а й виявити в технології «вузькі місця» вирощування гороху посівного, коли рослина може втратити потенціал через недостатню кількість сформованого або виповненого зерна.

Дослідження показників структури врожаю гороху посівного за 2021–2025 рр. свідчать про складну біологічну реакцію культури на елементи технології його вирощування (табл. 2). Зокрема, якщо у варіанті без унесення добрив було 127 росл./м^2 із низьким показником кількості бобів на рослину ($3,44$ шт.), зерен у бобі — $2,8$ шт. з індивідуальною масою зерна $1,7 \text{ г}$, то із застосуванням інокуляції на фоні без добрив кількість бобів на рослині зростала на $10,5\%$ (до $3,80$ шт.), а індивідуальна маса збільшилася на $2,0 \text{ г}$, що підтверджує високу ефективність азотфіксувальних бактерій навіть за дефіциту інших поживних речовин.

Аналіз ефективності різних доз мінеральних добрив показує, що варіанти з їх застосуванням істотно варіюють залежно від кратності внесення азоту. У варіантах без підживлення та інокуляції внесення $P_{45}K_{60} + N_{30}$ забезпечило індивідуальну продуктивність на рівні $2,2 \text{ г}$ за кількості бобів на рослині $3,62$ шт., тоді як у варіанті з використанням $N_{15}P_{45}K_{60} + N_{15} + N_{15}$ відзначено максимальне збереження рослин (129 шт.), однак із меншою кількістю бобів на рослині ($3,36$ шт.). Це свідчить про те, що роздрібне внесення дози азотних добрив без інокуляції насіння може бути менш ефективним, ніж одноразове внесення N_{30} на фоні фосфору та калію. Однак найвищими показниками кількості збережених рослин на період збирання врожаю та кількості бобів на рослині були за поєднання дії добрив з інокуляцією. З унесенням $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ кількість бобів на рослині підвищилася до $4,64$ шт., що є одним із найвищих значень без унесення мікродобрив, однак через високе навантаження на рослину кількість зерен у бобі знизилася до 3 шт./росл.

2. Показники структури врожаю гороху посівного залежно від впливу елементів технології його вирощування (середнє за 2021 – 2025 рр.)

Варіант удобрення	Без підживлення							
	Без інокуляції				З інокуляцією			
	Кількість рослин, шт./м ²	Кількість бобів, шт./росл.	Кількість зерен у бобі, шт.	Індивідуальна продук- тивність, г	Кількість рослин, шт./м ²	Кількість бобів, шт./росл.	Кількість зерен у бобі, шт.	Індивідуальна продук- тивність, г
Без добрив (контроль)	127	3,44	2,8	1,7	127	3,80	2,9	2,0
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀ + N ₁₅ + N ₁₅	129	3,36	3,2	2,0	135	3,78	3,4	2,1
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₁₅	125	3,70	3,4	2,2	137	4,64	3,0	2,5
P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	131	3,62	3,5	2,2	130	4,40	3,3	2,5
	З підживленням							
Без добрив (контроль)	130	3,88	2,9	2,1	131	3,84	3,0	2,1
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀ + N ₁₅ + N ₁₅	130	3,88	3,3	2,4	138	4,30	3,3	2,5
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₁₅	135	4,14	3,3	2,5	137	4,78	3,1	2,5
P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	133	4,20	3,3	2,5	132	4,80	3,2	2,8
НІР _{0,5}	3,8	0,21	0,14	0,11				
Фактор (А) — удобрення;	2,7	0,15	0,10	0,08				
Фактор (В) — підживлення;	2,7	0,15	0,10	0,08				
Фактор (С) — інокуляція;	5,4	0,29	0,19	0,16				
(ABC) — взаємодія факторів								

Позакореневе підживлення мікродобривом Оракул® мультикомплекс (1,5 л/га) у критичних фазах розвитку істотно стабілізує та підвищує рівень усіх структурних показників. У контрольному варіанті (без добрив) таке підживлення сприяє збільшенню індивідуальної продуктивності до 2,1 г, що збігається з показником у варіантах із мінеральними добривами без мікроелементів. Найвищі значення зафіксовано у варіанті з унесенням N₁₅P₄₅K₆₀ + N₁₅ + N₁₅ з інокуляцією та підживленням, у якому кількість рослин становила 138 шт., що на 8,7% більше за показник у контрольному варіанті, водночас індивідуальна продуктивність була на рівні 2,5 г.

У середньому за роки досліджень максимальні значення було отримано за внесення мінеральних добрив дозою P₄₅K₆₀ + N₃₀ з інокуляцією та 2-разовим підживленням. Найбільша кількість бобів становила 4,8 шт./росл., що на 39,5% перевищує показник у контрольному варіанті. Кількість зерен у бобі стабілізувалася на рівні 3,2 шт., а загальна індивідуальна

продуктивність сягала 2,8 г. Це означає, що за оптимальних умов живлення кожна рослина здатна сформувати на 1,1 г більше зерна, ніж за використання звичайної технології. Отже, кількість зерен у бобі виявилася найбільш стабільним показником (варіювався в межах 2,8–3,5 шт.), тоді як кількість бобів і загальна маса зерна з рослини є основними складовими у формуванні рівня врожайності й найбільше реагують на внесення N₃₀ і мікроелементів у фазі бутонізації. Варто зазначити, що комплексний вплив елементів технології вирощування гороху посівного сприяє підвищенню індивідуальної продуктивності кожної рослини на 64,7% та забезпечує цільний і високопродуктивний посів — 132–138 росл. на 1 м².

Головним інтегративним показником, який акумулює в собі ефективність усіх технологічних заходів і відображає ступінь реалізації біологічного потенціалу культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, є врожайність. Вона визначає кінцевий результат складних фізіологічних

процесів, що відбуваються в рослині впродовж вегетації, і безпосередньо залежить від елементів структури врожаю.

Згідно з результатами досліджень 2021–2025 рр. продуктивність гороху посівного сорту Глянс залежить від комплексної дії 3 технологічних факторів: інокуляції насіння, системи мінерального удобрення та позакореневого підживлення. Впродовж усього 5-річного циклу найнижчі показники врожайності відзначено в контролі (без добрив, інокуляції та підживлення) — у середньому 2,15 т/га із варіюванням від мінімальної 1,67 т/га у посушливому 2023 р. до 2,78 т/га у сприятливому 2025 р.

Важливим фактором підвищення врожайності виявилась інокуляція насіння. Навіть без унесення мінеральних добрив цей захід сприяв збільшенню середньої врожайності зерна гороху посівного від 2,15 т/га до 2,50 т/га, що свідчить про високу ефективність активізації азотфіксувальної здатності сорту Глянс. Завдяки поєднанню інокуляції насіння з унесенням мікродобрива Оракул® мультикомплекс на фоні без унесення добрив сформувалася врожайність на рівні 2,87 т/га, що нівелювало відсутність основного мінерального живлення в системі удобрення гороху посівного в цьому варіанті технології вирощування.

Ефективність досліджуваних доз мінеральних добрив визначали за продуктивністю культури. Так, у варіантах без інокуляції насіння найвищі показники було отримано за внесення $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ — середня врожайність без підживлення культури становила 2,89, з підживленням — 3,28 т/га. У варіанті з унесенням восени $P_{45}K_{60}$ і підживленням N_{30} у фазі інтенсивного росту вона була на рівні 3,29 т/га,

що підтверджує потреби рослини в достатній кількості доступного азоту на фоні фосфорно-калійного живлення для формування врожайності понад 3 т/га.

Найвищий рівень продуктивності зерна гороху посівного зафіксовано у варіанті з поєднанням усіх елементів інтенсифікації технології його вирощування. Абсолютного максимуму врожайності в середньому за 5 років було досягнуто за внесення $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ з інокуляцією та позакореневим підживленням — 3,72 т/га. Цей показник на 1,57 т/га (або 73%) перевищив значення абсолютного контролю. Слід зазначити, що в найбільш сприятливому 2025 р. саме в цьому варіанті з повною інтенсифікацією технології вирощування гороху посівного було отримано максимальний урожай зерна — 4,59 т/га. У варіанті технології вирощування з унесенням восени $P_{45}K_{60} + N_{30}$ на фоні інокуляції та підживлення отримали врожайність 3,67 т/га.

Ефект від позакореневого підживлення мікродобривом Оракул® мультикомплекс був стабільним у всіх варіантах досліджу: середній приріст урожаю варіював у межах 0,35–0,55 т/га. Показники найменшої істотної різниці ($HP_{0,5}$), що змінювалися за роками від 0,15 до 0,29 т/га, підтверджують статистичну достовірність отриманих результатів. Отже, для реалізації генетичного потенціалу гороху посівного сорту Глянс на рівні 3,7 т/га і вище потрібно застосовувати інтегровану технологію, у якій інокуляція насіння є базисом, мінеральні добрива дозою $P_{45}K_{60}$ з азотним підживленням (N_{15-30}) — енергетичним фоном, а мікродобрива у фазах інтенсивного росту та бутонізації — складовою остаточного коригування продуктивності.

Висновки

За результатами досліджень у Північному Лісостепу встановлено, що врожайність гороху посівного сорту Глянс залежить від рівня

інтенсифікації технології його вирощування. Комплексне застосування мінеральних добрив, інокуляції та мікродобрив забезпечує підвищення

врожайності культури від 2,15 до 3,72 т/га (на 73%). За передпосівної інокуляції насіння завдяки активації азотфіксуючого потенціалу приріст урожаю зерна гороху посівного збільшився на 0,35 т/га, а застосування систем із роздільним унесенням азоту — $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ та $P_{45}K_{60} + N_{30}$ — сприяє оптимізації структури врожаю, кількість бобів збільшується до 4,64–4,80 шт./росл. Застосування препарату Оракул® мультикомплекс у критичних фазах розвитку культури

є важливою складовою реалізації потенціалу сорту: індивідуальна продуктивність підвищується до 2,5–2,8 г, а приріст урожаю — на 0,3–0,5 т/га. Висока адаптивність гороху посівного сорту Глянс дає змогу отримувати стабільну врожайність — 2,8–3,0 т/га за несприятливих погодних умов і до 4,59 т/га — за достатнього зволоження. Це свідчить про те, що інтегрована модель із поєднанням інокуляції та оптимізації живлення є найбільш ефективною для сучасного виробництва.

Kaminskyi V.¹, Dvoretzka S.², Karazhbei T.³

¹The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9 Mykhailo Omelianovych-Pavlenko Str., Kyiv, 01010, Ukraine; ¹⁻³National Scientific Centre of the Institute of Agriculture of NAAS, 2-B Mashynobudivnykiv Str., vil. Chabany, Fastiv district, Kyiv oblast, 08162, Ukraine; e-mail: ¹kamin.60@ukr.net, ²Sdvorecka20@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-9668-6742, ²0000-0002-8189-643X, ³0000-0002-9400-5165

Optimization of the technology of growing peas in the conditions of the Forest-Steppe

Goal. To determine the patterns of formation of productivity of peas depending on hydrothermal conditions and optimization of elements of technology of its cultivation (mineral nutrition, inoculation of seeds, and foliar feeding) for maximum realization of genetic potential. **Methods.** Field (conducting a stationary field experiment), laboratory-field (morphophysiological) (studying the parameters of plant growth and development), chemical-analytical (determining the agrochemical characteristics of the soil), comparative-calculation (monitoring the temperature regime and amount of precipitation compared to the average multi-year values), statistical (confirmation of the reliability of the results obtained). **Results.** Studies were conducted during 2021–2025 in the conditions of the Northern part of the Forest-Steppe, in a stationary field experiment of the NSC «Institute of Agriculture of the NAAS» on dark gray podzolized soil. They confirmed a significant dependence of the crop yield on moisture

supply in the phases of budding and flowering. The highest yield of seed (4.59 t/ha) was obtained in favorable weather conditions in 2025. The drought of 2023 decreased this figure in the control to 1.67 t/ha. It was determined that the complex intensification of the technology of cultivation of peas contributed to doubling the area of the leaf surface (up to 434.0 cm²/plant) in comparison with the value in the control. The greatest effect was provided by the retail application of nitrogen against the background of $P_{45}K_{60}$. The determining factor of the productivity of the culture was the number of beans on a plant. With optimal nutrition, this indicator increased by 39.5% (up to 4.80 pcs./plant), and the individual mass of the plant increased by 64.7%. Inoculation of seeds was one of the most effective measures that provided an increase in the yield of sown peas by 0.35 t/ha, and the use of micro-fertilizers in critical phases (intensive growth and budding) contributed to the additional formation of 0.3–0.5 t/ha of grain. **Conclusions.** The intensive technology of growing peas, which combines inoculation of seeds, balanced mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ or $P_{45}K_{60} + N_{30}$, and foliar feeding, makes it possible to increase the yield of peas by 73% (on average up to 3.72 t/ha) compared to the basic technology, ensuring high adaptability of the crop to climatic changes.

Key words: foliar feeding, hydrothermal conditions, inoculation, mineral nutrition, peas, yield.
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202606-03>

Бібліографія

1. Аверчев О.В., Кулик М.В., Ткаченко А.І. Сучасний стан та перспективи вирощування

гороху в умовах глобальних змін клімату. Таврійський науковий вісник. Серія:

Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2024. № 140. С. 3–10. doi:10.32782/2226-0099.2024.140.1

2. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Каражбей Т.В. Перспективи та лімітуючі чинники виробництва гороху в Україні. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика.* 2025. Вип. 4 (18). С. 88–93. doi: 10.54651/agri.2025.04.10

3. Petrychenko V.F., Korniychuk O.V., Voronetska I.S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice.* 2018. 5(2). P. 3–12. doi: 10.15407/agrisp5.02.003

4. Вольвач О.В., Жигайло О.Л., Колосовська В.В., Костюкевич Т.К. 1. Агроекологічна оцінка умов вирощування гороху в Запорізькій області України. *Екологічні науки.* 2021. № 3 (36). С. 81–85. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.13

5. Камінський В.Ф., Сокирко Д.П., Гангур В.В. Вплив технологічних прийомів на формування продуктивності гороху в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 117. С. 73–79. doi: 10.32851/2226-0099.2021.117.10

6. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2019. Вип. 2 (13). С. 84–93. doi: 10.37128/2707-5826-2019-2-8

7. Польовий А.М., Вольвач О.В., Барськова О.А. Агрокліматичні умови продуктивності гороху на Черкащині в умовах потепління клімату. 2026. № 16. С. 288–297. doi: 10.32782/naturaljournal.16.2026.25

8. Сторожик Л.І., Романов С.М., Балян І.В., Товстенко Я.Ю. Тривалість фаз органогенезу гороху озимого та його продуктивність залежно від елементів технології вирощування в Степу та Лісостепу України. *Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво.* Таврійський науковий вісник. 2024. № 137. С. 281–291. doi: 10.32782/2226-0099.2024.137.34

9. Лихочвор В.В., Андрушко М.О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2020. Т. 98. № 2. С. 54–62. doi: 10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6

10. Усов Р.М., Кривенко А.І., Соломонов Р.В. Господарська цінність сортів гороху в умовах Степової зони України. *Аграрні іннова-*

ції. 2024. № 27. С. 124–128. doi: 10.32848/ agrar.innov.2024.27.18

11. Глибокий О.М., Авраменко С.В., Попов С.І. Формування продуктивності сортів гороху залежно від умов вирощування. № 29. С. 113–122. doi: 10.36814/pgr.2021.29.11

12. Дідур І.М., Ткачук О.П., Циганський В.І., Циганська О.І. Агробіологічне обґрунтування біологізованих систем живлення сої та гороху: моногр. Вінниця: ТВОРИ, 2025. 468 с.

13. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур: моногр. Львів: Українські технології, 2021. 342 с.

14. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету.* Серія: Агрономія. 2019. № 23. С. 67–71. doi: 10.31734/ agronomy2019.01.067

15. Небаба К.С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2020. Вип. 32. С. 54–58. doi: 10.37406/2706-9052-2020-1-6

16. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур у Правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво.* 2020. № 3 (18). С. 5–16. doi: 10.37128/2707-5826-2020-3-1

17. Дідур І.М., Бандровський Д.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування симбіотичної продуктивності посівів гороху. *Сільське господарство та лісівництво.* 2024. № 1 (32). С. 5–13. doi: 10.37128/2707-5826-2024-1-1

18. Гамаюнова В.В., Єрмолаєв В.М., Бакланова Т.В. Симбіотична активність бульбочкових бактерій рослин гороху посівного за впливу оптимізації живлення в умовах Південного Степу України doi: 10.31521/978-617-7149-78-0-8

19. Єременко О.А., Капінос М.В. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність сортів гороху посівного в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2020. № 113. С. 41–48. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.6