

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.358:631.8:631.811.98(477.41/.42)

**Особливості росту й розвитку сортів квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) різних груп стиглості за позакореневого підживлення рослин**Мороз О.В. , Карпук Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Мороз О.В., Карпук Л.М. Особливості росту й розвитку сортів квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) різних груп стиглості за позакореневого підживлення рослин. «Агробіологія», 2025. № 2. С. 162–171.

Moroz O., Karpuk L. Features of growth and development of bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) of different maturity groups under foliar feeding. «Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 162–171.

Рукопис отримано: 29.09.2025 р.

Прийнято: 14.10.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-162-171

Метою дослідження було визначити особливості ростових процесів двох сортів квасолі звичайної різних груп стиглості за позакореневого підживлення біопрепаратом в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Об'єктом дослідження слугували процеси росту й розвитку рослин квасолі сортів Апекс (середньоранній) та Буковинка (середньостиглий). Польові досліди проводили у 2024–2025 рр. на дослідній ділянці господарства ТДВ «Терезине» (Білоцерківський район Київської області) на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому, характерному для Правобережного Лісостепу.

Встановлено, що позакореневе підживлення біопрепаратом «Органік-Баланс Монофосфор» сприяло прискоренню ростових процесів на початкових етапах онтогенезу, формуванню потужнішої кореневої системи та активнішому наростанню листової поверхні. Це забезпечувало кращу адаптацію рослин до посушливих умов, особливо у 2024 р., коли спостерігався дефіцит опадів і високі температури.

У фазу бутонізації та формування бобів оброблені рослини формували на 11–15 % більше зав'язей порівняно з контролем, що свідчить про кращу реалізацію репродуктивного потенціалу.

Позакореневе внесення біопрепарату позитивно впливало на процеси наливу зерна. Маса 1000 насінин зросла з 374 г (контроль) до 396–416 г залежно від дози підживлення, тобто на 6–11 %. Підвищення маси насіння спостерігали у посушливому році, що підтверджує роль фосфору у підвищенні виповненості насіння за умов гідростресу.

Середня урожайність зерна квасолі у контролі становила 2,57 т/га, тимчасом за внесення біопрепарату 0,5 л/га – 2,75 т/га (+7,1 %), а за 1,0 л/га – 2,89 т/га (+12,3 %). Максимальний ефект спостерігався за дози 1,0 л/га, що підтверджує доцільність її застосування у виробничих умовах.

**Ключові слова:** квасоля звичайна, сорт Апекс, сорт Буковинка, позакореневе підживлення, фосфорне добриво, урожайність, стійкість до хвороб.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) належить до провідних зернобобових культур світового та національного значення, що поєднує високу продовольчу, кормову та екологічну цінність. Її насіння характеризується збалансованим хімічним складом: у середньому містить 24–28 % білка, 50–60 % вуглеводів, до 2 % жиру, а також

значну кількість заліза, кальцію, магнію, калію, цинку та вітамінів групи В [1, 3]. Завдяки високому вмісту легкозасвоюваного білка квасоля посідає важливе місце у раціонах харчування людини, у системах тваринництва та у біологізації землеробства.

Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* квасоля фіксує до 100 кг N/га атмосферного азоту, збагачуючи

грунт доступними сполуками азоту. Це означає її ключове значення у підтриманні родючості ґрунту та сталому функціонуванні агрокосистем. Водночас культура надзвичайно чутлива до абіотичних стресів – дефіциту вологи, порушення мінерального живлення, температурних коливань у період сходів і бутонізації [4].

В умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України спостерігається зниження активності фотосинтетичних процесів, дисбаланс ферментних систем і погіршення умов формування урожаю. За даними С.Й. Оліфіровича [4], у південній частині Лісостепу урожайність сортів квасолі коливається від 1,9 до 2,7 т/га, тимчасом потенціал сучасних сортів перевищує 3,0 т/га. Це свідчить про значні резерви підвищення продуктивності культури завдяки оптимізації живлення й умов росту.

Серед сучасних агротехнічних прийомів підвищення ефективності живлення особливо увагу привертає позакореневе (листяне) підживлення, яке забезпечує швидке надходження елементів живлення безпосередньо до асиміляційного апарату навіть за обмеженої діяльності кореневої системи. За даними M.G. Santos et al. (2004) [7], фольярне внесення фосфору (0,5 %) під час бутонізації сприяло підвищенню інтенсивності фотосинтезу квасолі на 17 % і збільшенню урожайності на 12 % порівняно з контролем. Аналогічні результати отримано R.N. Gonçalves et al. (2017), які встановили, що листяне внесення фосфатів у фазу V4–R5 покращувало налив насіння та збільшувало масу 1000 насінин з 380 до 420 г.

Значну увагу науковців привертає значення мікроелементів у листковому живленні. С. Rodrigues et al. (2019) [6] показали, що обприскування рослин розчином амоній молібдату (40 г/га) підвищувало активність ферментів азотного обміну, збільшувало кількість бобів на рослині на 14 % і урожайність на 0,24 т/га. У дослідженні A.L. Prado et al. (2023) [20] застосування молібдену (80 г/га) підвищувало вміст білка в насінні на 8,5 %. Позакореневе внесення цинку та заліза також показало високу ефективність: F. Merkeb et al. (2024) [10] відзначили зростання урожайності на 18 % і підвищення вмісту білка з 21,4 до 24,1 %, тимчасом A. Singh et al. (2022) [9] зафіксували збільшення кількості бобів на рослину з 13,2 до 15,6 шт., а маси 1000 насінин – на 6–9 %.

Останніми роками значного поширення набули дослідження біостимуляторів природного походження, які активують обмін

речовин і підвищують стійкість рослин до стресів. S.S. Abu-Muriefah (2013) [11] встановила, що обробка посівів хітозаном (75 мг/л) підвищує фотосинтетичну активність і вміст хлорофілу *b* на 22 %. M.K.A. Rakha et al. (2017) [16] довели, що фольярне внесення хітозану (100 мг/л) збільшує урожайність на 15 %, а T. Khalifa et al. (2024) [12] – за поєднання листкового внесення нанохітозану з органічною мульчею зменшили прояви засолення ґрунту та підвищили урожай зеленої маси квасолі на 28 %.

Не менш перспективним напрямом є використання біорегуляторів (мелатоніну, амінокислот, гуматів), які активують антиоксидантну систему рослин. S.H. Brengi et al. (2025) [13] виявили, що фольярне внесення мелатоніну (100  $\mu$ M) у сорту 'Giza-6' підвищує урожайність на 18 %, масу 1000 насінин на 10 %, а також покращує вміст макроелементів у зерні. Комплексний підхід, що поєднує макро- та мікроелементи, демонструє синергічний ефект: за даними J. Niu et al. (2020) [8] та A. Tariq et al. (2017) [19], комбінація P (1,5 кг/га) + Mo (50 г/га) + B (75 г/га) підвищувала урожайність квасолі на 12–15 %, а вміст білка – на 7–8 %.

Вітчизняні дослідження цього напрямку наразі мають епізодичне висвітлення. За результатами О.В. Мороза і Л.М. Карпук [1, 2], застосування біопрепарату «Органік-Баланс Монофосфор» у дозі 1,0 л/га забезпечувало підвищення висоти рослин на 12 %, кількості бобів на 15 %, а урожайності – на 0,32 т/га порівняно з контролем. Ефект був особливо вираженим у посушливому 2024 р., що підтверджує антистресову дію препарату.

Попри накопичення експериментальних даних, комплексних порівнянь сортів квасолі різних груп стиглості під впливом фосфорвмісних біопрепаратів у зоні Правобережного Лісостепу України немає. Більшість досліджень українських авторів зосереджені на густоті стояння, інокуляції насіння чи елементах технології без аналізу взаємодії сорт  $\times$  підживлення  $\times$  зволоження [4, 22]. Відтак потребують уточнення закономірності росту, розвитку та продуктивності квасолі залежно від генотипу й умов середовища у разі застосування листкових підживлень.

З огляду на це, актуальним є проведення польових експериментів з вивчення ефективності фосфорвмісних біопрепаратів, зокрема «Органік-Баланс Монофосфор», на сортах квасолі різних груп стиглості. Отримані результати мають теоретичне значення для розуміння адаптаційних механізмів

мів живлення рослин за стресових умов та практичну цінність для оптимізації технології вирощування квасолі у системах сталого землеробства.

**Мета дослідження** – виявити особливості росту й розвитку сортів квасолі різних груп стиглості за позакореневого підживлення біопрепаратом «Органік-Баланс Монофосфор», з акцентом на зміни біометричних показників і проходження фенологічних фаз розвитку.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили у 2024–2025 рр. на дослідній ділянці господарства ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області. Ділянка розташована в агрокліматичній зоні Правобережного Лісостепу України, що характеризується помірно континентальним кліматом із нестійким зволоженням і частими літніми посухами.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений середньосуглинковий на лесоподібному суглинку, типовий для цієї зони. Вміст гумусу (за Тюрнімом) у шарі 0–30 см становив 3,1–3,3 %, реакція ґрунтового розчину слабкокіслого (рН 6,3–6,5). Середній вміст легкогідролізованого азоту – 84–92 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 150–165 мг/кг, обмінного калію – 95–110 мг/кг ґрунту. Забезпеченість мікроелементами – середня: мідь 2,1 мг/кг, цинк 1,6 мг/кг, марганець 27,3 мг/кг. Щільність складення орного шару – 1,22–1,26 г/см<sup>3</sup>, що свідчить про добру структурність і аерацію ґрунту.

Перед сівбою ґрунт перебував у задовільному агрофізичному стані. Навесні 2023–2025 рр. проводили культивування на глибину 5–6 см із подальшим боронуванням для збереження вологи. Попередником квасолі була пшениця озима.

Упродовж періоду досліджень спостерігалися істотні річні коливання погодних умов, що дозволило оцінити реакцію сортів квасолі на контрастне зволоження.

2024 рік – був посушливим, із дефіцитом опадів (у червні випало лише 36 мм за норми 82 мм) і високими середньодобовими температурами (до +29,4 °С у липні). Період бутонізації та цвітіння припав на дефіцит вологи, що спричинило тимчасове пригнічення росту рослин. У цей рік проявилася найбільша різниця між контрольними і підживленими варіантами, що дало змогу оцінити антистресову дію фосфорного біопрепарату.

2025 рік – характеризувався помірно-теплим й зволеним літом, з рівномірним розподілом опадів (сума за вегетацію 286 мм) і

середньою температурою +21,8 °С. Такі умови були оптимальними для росту й розвитку рослин, що забезпечило стабільне формування урожаю та якісних показників зерна.

Загалом, погодні умови досліджуваних років репрезентували типову варіацію для Правобережного Лісостепу: від вологого року до посушливого, що дозволило оцінити реакцію сортів і ефективність позакореневого підживлення за контрастних кліматичних сценаріїв.

Схема досліду передбачала вивчення двох чинників:

**Фактор А** – сорт квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.): використовували сорт Апекс (середньоранній) та сорт Буковинка (середньостиглий). Вони відрізняються генетичним потенціалом продуктивності та тривалістю вегетаційного періоду.

**Фактор В** – позакоренево підживлення біопрепаратом: застосовували біопрепарат «Органік-Баланс Монофосфор» у двох дозах – 0,5 та 1,0 л/га. Обприскування посівів проводили одноразово у фазу сходів (початок активного росту), забезпечуючи надходження фосфору на початкових етапах розвитку рослин.

Польові спостереження та обліки здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик експериментальної агрономії:

Динаміка росту рослин – за висотою та кількістю міжвузлів через кожні 10 діб до фази повного цвітіння.

Фенологічні спостереження – фіксували дату настання основних фаз: сходів, бутонізація, цвітіння, налив і досягання зерна.

Біометричні показники генеративної продуктивності – визначали кількість бобів на рослині, кількість насінин, масу насіння з однієї рослини, масу 1000 насінин.

Урожайність зерна – встановлювали методом суцільного збирання облікових ділянок площею 25 м<sup>2</sup> з наступним перерахунком на 14 % вологості.

Якість зерна – оцінювали за масою 1000 насінин, вмістом білка (метод К'ельдаля).

Статистична обробка результатів виконана методом дисперсійного аналізу з визначенням істотності різниць (НІР<sub>05</sub>) за допомогою Excel.

**Результати дослідження та обговорення.** За результатами досліджень 2024–2025 рр., проведених на дослідній ділянці ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області, встановлено високу ефективність позакореневого підживлення біопрепаратом «Органік-Баланс Монофосфор» для сортів квасолі – Апекс (середньоранній) та Буко-

винка (середньостиглий). Дія препарату проявлялася комплексно – через активізацію ростових процесів, посилення фотосинтетичної діяльності, формування генеративних органів, підвищення маси насіння, урожайності та покращення фітосанітарного стану посівів.

На початкових етапах органогенезу (фаза сходів – ВВСН 12–14) у варіантах із позакореневим підживленням відмічено прискорення росту рослин і формування більш розвинутої кореневої системи порівняно з контролем (без підживлення). Це свідчить про стимулювальну дію легкодоступного фосфору, який активізує енергетичний обмін, інтенсифікує синтез аденозинтрифосфатних сполук (АТФ) і підсилює формування первинних коренів.

У фазу п'ятого справжнього листка висота рослин становила в середньому 19,4 см у контролі, 22,3 см – за внесення біопрепарату 0,5 л/га і 24,1 см – за 1,0 л/га, тобто приріст сягав 14–24 % (табл. 1). Найбільші відмінності спостерігалися у посушливому 2024 р., коли підвищений температурний режим (середня температура липня – +24,3 °С) та дефіцит опадів (коефіцієнт зволоження 0,61) обмежували ріст контрольних рослин. У підживлених варіантах зберігався тургор листків, активна фотосинтетична діяльність і рівномірне наростання листової поверхні.

У фазу бутонізації (ВВСН 51–59) висота рослин на оброблених ділянках перевищувала контроль у середньому на 8–12 см, що вказує на стимулювальний вплив фосфору на інтенсивність фотосинтезу та лінійний ріст пагонів. Подібні тенденції спостерігали й інші дослідники: за даними M.G. Santos et al. (2004), листове внесення фосфору у концентрації 0,5 % підвищувало інтенсивність фото-

синтезу квасолі на 17 % і сприяло зростанню біомаси пагонів.

Отже, позакореневе підживлення забезпечувало формування більш потужного листового апарату та вищу фотосинтетичну продуктивність, що створювало сприятливі передумови для подальшого підвищення урожайності. Візуально оброблені рослини характеризувалися темнішою зеленою пігментацією листків, більшою кількістю генеративних вузлів і коротшими міжвузлями, що свідчить про збалансований ріст і гармонійний розвиток вегетативних та репродуктивних органів.

У фазу бутонізації та утворення бобів дія препарату проявилася через покращення генеративної діяльності рослин. Порівняно з контролем кількість зав'язей і бобів на одній рослині збільшувалася на 11–15 %, причому максимальний ефект спостерігався за дози 1,0 л/га. Таке зростання пов'язане з посиленням метаболічної активності й енергетичного обміну під впливом фосфору, який бере участь у синтезі нуклеїнових кислот, білків і фітогормонів, що регулюють процеси цвітіння та зав'язування бобів.

Підживлення сприяло більш повній реалізації потенціалу цвітіння – кількість квіток, які трансформувалися у плоди, зростала, тимчасом осипання зав'язей зменшувалося. Найбільш виражена різниця між контрольними і підживленими варіантами спостерігалася у посушливому 2024 р., коли погодні умови негативно вплинули на запліднення квіток і формування бобів. У цих умовах оброблені рослини зберігали більшу кількість активних генеративних органів, що свідчить про антистресову дію біопрепарату.

Таблиця 1 – Динаміка росту рослин квасолі залежно від дози біопрепарату «Органік-Баланс Монофосфор» (середнє за 2024–2025 рр.)

Фаза розвитку	Варіант досліджу	Висота рослин, см	Приріст до контролю, %
Сходи (ВВСН 10–12)	Контроль (0 л/га)	9,5	–
	0,5 л/га	10,8	+13,7
	1,0 л/га	11,6	+22,1
Бутонізація (ВВСН 50)	Контроль	32,4	–
	0,5 л/га	36,2	+11,7
	1,0 л/га	38,8	+19,8
Цвітіння (ВВСН 60–65)	Контроль	41,5	–
	0,5 л/га	45,3	+9,2
	1,0 л/га	47,0	+13,3

Серед досліджуваних сортів вищою реакцією на застосування «Органік-Баланс Монофосфору» вирізнявся сорт Апекс, який формував у середньому на 0,8–1,0 боба більше на рослину, ніж сорт Буковинка. Це пояснюється біологічними особливостями сорту – коротшим вегетаційним періодом і швидшою реакцією на надходження доступних елементів живлення у критичні фази розвитку. Натомість сорт Буковинка, який має дещо подовжену вегетацію, виявив вищу чутливість до дефіциту вологи, що частково знижувало ефективність підживлення у роки з посушливими умовами.

Отже, позакореневе підживлення фосфоромісним біопрепаратом «Органік-Баланс Монофосфор» забезпечувало не лише інтенсифікацію ростових процесів, а й покращення генеративної продуктивності рослин, сприяючи зростанню кількості зав'язей, формуванню більшої кількості бобів та підвищенню потенційної урожайності посівів (рис. 1).

У 2024 р., коли середньомісячна кількість опадів у червні становила лише 36 мм за кліматичної норми 82 мм, проявилася чітка різниця у реакції сортів на дію стресового чинника. Середньоранній сорт Апекс зберігав більшу кількість сформованих бобів – у середньому 14,2 шт. на рослину, тимчасом у сорту Буковинка цей показник становив лише 12,1 шт., що свідчить про вищу посухостійкість і кращу адаптаційну здатність генотипу ранньої групи стиглості. Отже, фосфорне підживлення сприяло не лише стимуляції цвітіння, а й зменшувало обсіпання квіток і зав'язей, підвищуючи коефіцієнт реалізації

квіток у боби, що має безпосередній вплив на кінцеву продуктивність рослин.

Розвиток генеративних органів безпосередньо позначався на формуванні маси насіння – одного з головних показників урожайності. У фазу наливу зерна (ВВСН 71–75) зафіксовано істотне підвищення маси 1000 насінин у варіантах із позакореневим внесенням біопрепарату: 396 г – за дози 0,5 л/га, 416 г – за дози 1,0 л/га, порівняно з 374 г у контролі.

Отже, приріст маси 1000 насінин становив 6–11 %, що свідчить про ефективне забезпечення рослин фосфором у період формування та наливу зерна (рис. 2). Збільшення маси насіння відбувалося завдяки активнішому фотосинтезу, підвищеній інтенсивності транспорту асимілянтів до генеративних органів та зменшенню частки недорозвиненого насіння.

У посушливому 2024 р., коли водозабезпечення рослин було обмеженим, у варіантах із позакореневим підживленням маса 1000 насінин зросла до 445–450 г, що свідчить про виражену антистресову роль фосфору у підтриманні процесів наливу та виповненості зерна. Завдяки активізації обміну речовин і покращенню транспорту асимілянтів від листків до насіння зменшувалася частка шуплого зерна, а сформоване насіння вирізнялося більшою виповненістю, вирівняністю та блиском оболонки. Збільшення розміру насіння сприяло підвищенню маси насіння з однієї рослини та покращенню кондиційності зерна після післязбиральної доробки, що має важливе практичне значення для формування товарної якості продукції.

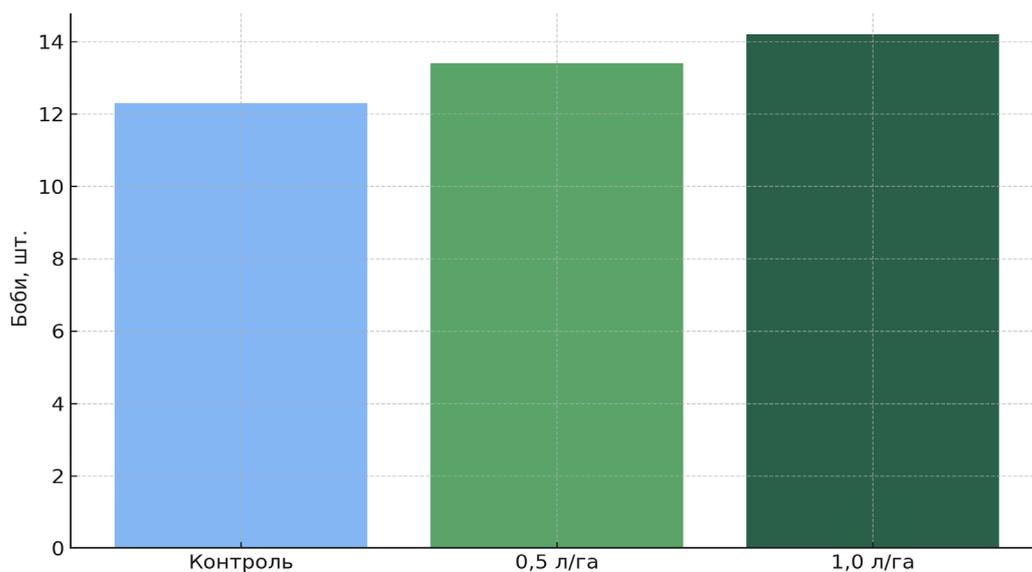


Рис. 1. Зміна кількості бобів на рослину залежно від позакореневого підживлення (середнє за 2024–2025 рр.).

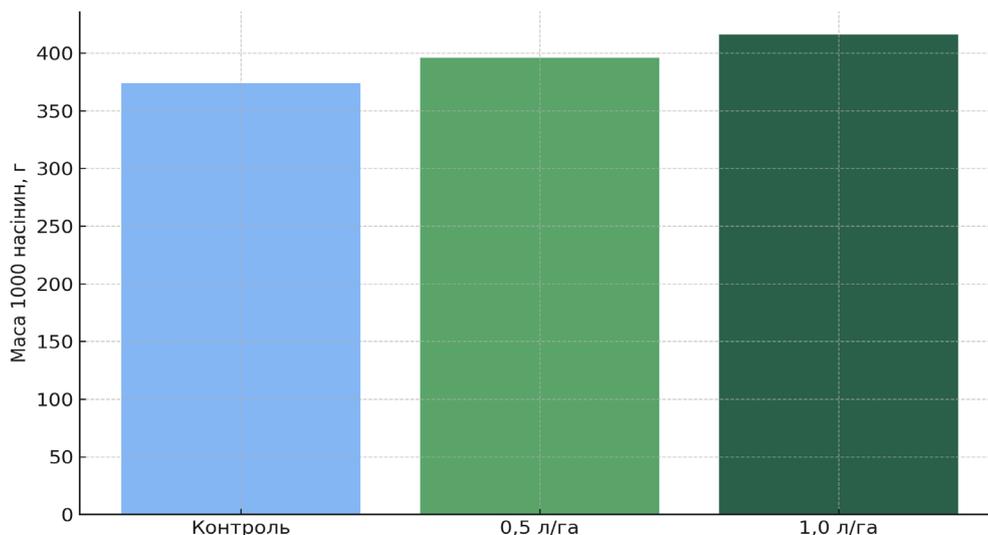


Рис. 2. Маса 1000 насінин залежно від позакореневого підживлення (середнє за 2024–2025 рр.).

Фінальним показником ефективності підживлення є урожайність зерна, яка комплексно відображає сукупність морфогенетичних і фізіолого-біохімічних процесів, активізованих у рослинах під впливом фосфорного живлення. Середня врожайність за роки досліджень у контрольному варіанті становила 2,57 т/га, тимчасом за внесення біопрепарату у дозі 0,5 л/га – 2,75 т/га (+7,1 %), а за 1,0 л/га – 2,89 т/га (+12,3 %) (рис. 3).

За результатами досліджень дії біопрепарату відмічено, що підживлені рослини зберігали функціональну активність лист-

кового апарату до завершення вегетації, що забезпечувало подовження періоду фотосинтетичної діяльності та більш повне формування генеративних органів. Сорт Апекс виявив вищу чутливість й реакцію на агрозахід, тимчасом сорт Буковинка демонстрував стабільну, але дещо нижчу врожайність (у середньому близько 2,5 т/га). Це свідчить, що генотипова специфічність сорту є ключовим чинником реалізації ефекту позакореневого підживлення і має враховуватися під час розроблення сортових технологій вирощування.

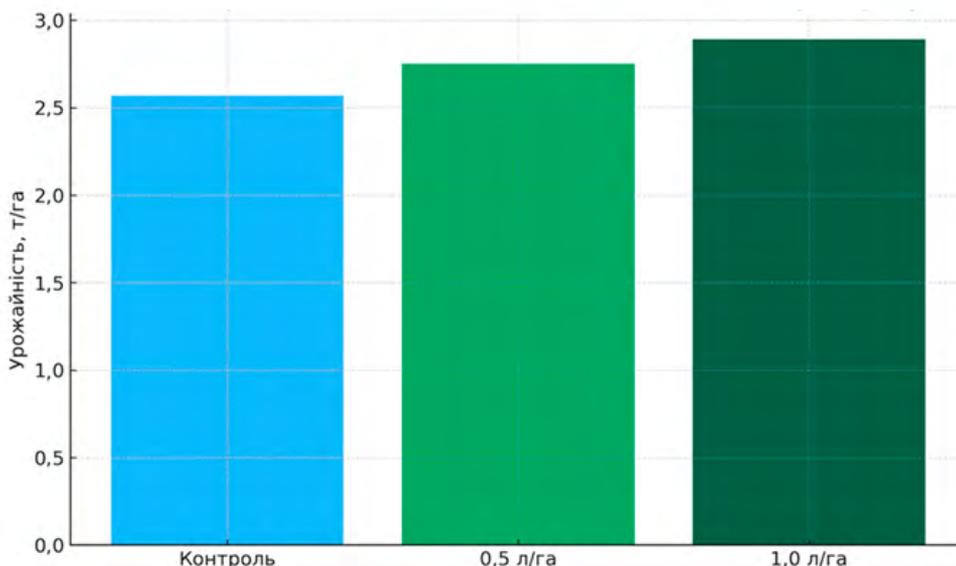


Рис. 3. Урожайність квасолі залежно від позакореневого підживлення (середнє за 2024–2025 рр.).

Окрім зростання продуктивності, підживлення позитивно впливало на фітосанітарний стан посівів. У варіантах із максимальною дозою біопрепарату 1,0 л/га рівень ураження рослин антракнозом зменшився на 32 %, а бактеріальною плямистістю – на 28 % порівняно з контролем. Зниження інфекційного навантаження відбувалося завдяки покращенню фізіологічного стану рослин, формуванню міцнішої кутикули, що ускладнює проникнення патогенів, та активізації антиоксидантної системи – зокрема ферментів каталази та пероксидази, які зменшують окислювальний стрес і стабілізують клітинні мембрани.

Завдяки цьому спостерігалось підвищення виходу здорового зерна, а також покращення його якісних характеристик – зростання вмісту білка та маси 1000 насінин. Такі зміни свідчать про комплексну біостимулювальну дію фосфорного підживлення, яке одночасно підсилює метаболічні процеси і захисні механізми рослин.

Узагальнення результатів показало, що позакореневе підживлення фосфорним біопрепаратом є ефективним інструментом підвищення адаптивності квасолі до стресових умов вирощування. Комплексна дія препарату «Органік-Баланс Монофосфор» проявляється у стимуляції ростових процесів, інтенсифікації фотосинтезу, покращенні генеративної активності, збільшенні маси насіння та врожайності, а також у зниженні рівня ураження основними хворобами.

Найвищу результативність забезпечувала доза 1,0 л/га, особливо у роки з дефіцитом вологи, коли препарат справляє виражений антистресовий ефект. Отримані дані узгоджуються з результатами інших авторів [5, 6, 10], які зазначають, що фоліарне внесення фосфору активізує енергетичний метаболізм, підвищує ферментативну активність і стійкість бобових культур до абіотичних чинників.

Отже, застосування біопрепарату «Органік-Баланс Монофосфор» можна рекомендувати як екологічно безпечний, ресурсозберігаючий та технологічно доцільний елемент сучасної системи вирощування квасолі у зоні Правобережного Лісостепу України.

**Висновки.** Позакореневе підживлення квасолі біопрепаратом «Органік-Баланс Монофосфор» на ранніх етапах розвитку прискорює ріст рослин і формування потужнішої кореневої системи, що підвищує посухостійкість і загальну адаптивність рослин.

Обробка фосфорним біопрепаратом у фазу сходів забезпечує підвищення генера-

тивної продуктивності: кількість зав'язей (бобів) на рослині збільшується на 11–15 %, маса 1000 насінин – на 6–11 %, що позитивно позначається на реалізації урожайного потенціалу.

Застосування позакореневого підживлення підвищує врожайність зерна квасолі в середньому на 7–12 % залежно від дози препарату. Максимальний приріст урожайності (+12,3 %) забезпечує доза 1,0 л/га, особливо в умовах посушливого року.

Обробка біопрепаратом «Органік-Баланс Монофосфор» покращує стійкість квасолі до хвороб: спостерігається зниження ураження антракнозом та бактеріальною плямистістю на 28–32 %, що сприяє отриманню якіснішого посівного та продовольчого зерна.

Використання позакореневого підживлення легкозасвоюваним фосфором є дієвим агротехнічним заходом для підвищення ефективності вирощування квасолі в умовах Лісостепу України, про що свідчить комплексне покращення росту, розвитку, продуктивності та стійкості рослин за даними 2024–2025 рр.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мороз О.В., Карпук Л.М., Філіпова Л.М. Формування урожайності сортів квасолі різних груп стиглості за позакореневого підживлення рослин. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». Біла Церква, БНАУ, 2023. С. 31–33.
2. Мороз О.В., Карпук Л.М. Ефективність позакореневого підживлення квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) біопрепаратами. Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин: матеріали I міжнародної науково-практичної конференції. Біла Церква, 2025. С. 44–46.
3. Begum A. Morphological and reproductive attributes in French beans (*Phaseolus vulgaris*) as influenced by sowing time and fertilizer treatments. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2003. 6(22). P. 1902–1906.
4. Оліфірович С.Й. Індивідуальна продуктивність рослин та врожайність квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) в умовах південної частини Лісостепу Західного. Вісник аграрної науки. 2022. № 11(836). С. 25–31.
5. Can foliar application of natural biostimulants reduce nitrate and fiber content in fresh green bean under soil nutrient deficiency? / Z.F. Fawzy et al. Bulletin of the National Research Centre. 2021. 45. 16 p.
6. Foliar application of molybdenum in common bean: Enzymatic activity and yield benefit / C. Rodrigues et al. Journal of Plant Nutrition. 2019. 42(10). P. 1193–1204.
7. Santos M.G., Ribeiro R.V., Oliveira R.F., Pimentel C. Gas exchange and yield response to foliar

phosphorus application in *Phaseolus vulgaris* L. under drought. Brazilian Journal of Plant Physiology. 2004. 16(3). P. 171–179.

8. x Effects of Foliar Fertilization: A Review of Current Status and Future Perspectives / C. Rodrigues et al. Journal of Soil and Plant Nutrition. 2020. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-020-00346-3>

9. Effect of foliar application of zinc and iron on seed yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris*) / A. Singh et al. URL: [https://www.researchgate.net/publication/369050215\\_Effect\\_of\\_Foliar\\_Application\\_of\\_Zinc\\_and\\_Iron\\_on\\_Seed\\_Yield\\_and\\_Yield\\_Components\\_of\\_Common\\_Bean\\_Phaseolus\\_vulgaris](https://www.researchgate.net/publication/369050215_Effect_of_Foliar_Application_of_Zinc_and_Iron_on_Seed_Yield_and_Yield_Components_of_Common_Bean_Phaseolus_vulgaris)

10. Can foliar application of natural biostimulants reduce nitrate and fiber content in fresh green bean under soil nutrient deficiency? / Z.F. Fawzy et al. Bulletin of the National Research Centre. 2021. Vol. 45. 16 p.

11. Foliar phosphate fertilization improves seed weight and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) / R.N. Gonçalves et al. Brazilian Agricultural Research. 2017. Vol. 52. No 4. P. 289–296.

12. Abu-Muriefah S.S. Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. International Research Journal. 2013. <https://www.interestjournals.org/articles/effect-of-chitosan-on-common-bean-phaseolus-vulgaris-l-plants-grown-under-water-stress-conditions.pdf>

13. Investigating the influence of eco-friendly approaches (organic mulches + foliar nano-chitosan) on saline soils and common bean productivity / T. Khalifa et al. Environmental Science and Pollution Research. 2024. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39221268/>

14. Enhancing the growth and yield of the common bean under foliar application and magnesium levels / S.H. Brengi et al. URL: <https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-025-07088-3>

15. Foliar phosphorus supply and CO<sub>2</sub> assimilation in common bean under water deficit / M.G. Santos et al. URL: [https://www.researchgate.net/publication/250024230\\_Foliar\\_phosphorus\\_supply\\_and\\_CO2\\_assimilation\\_in\\_common\\_bean\\_Phaseolus\\_vulgaris\\_L\\_under\\_water\\_deficit](https://www.researchgate.net/publication/250024230_Foliar_phosphorus_supply_and_CO2_assimilation_in_common_bean_Phaseolus_vulgaris_L_under_water_deficit)

16. Molybdenum foliar fertilization improves photosynthetic metabolism and grain yields of field-grown soybean and maize / S.L. Oliveira et al. Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.887682/full>

17. Split applications of molybdenum fertilizer on common bean: agronomic and seed biofortification effects / A.L. Prado et al. Agronomy Journal. 2023. URL: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajg2.21232>

18. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to foliar spray of chitosan and citric acid /

M.K.A. Rakha et al. Current Science International. 2017. Vol. 6. Issue 4. P. 920–929.

19. Foliar application of molybdenum in common bean: enzymatic activity and yield benefit / C. Rodrigues et al. Journal of Plant Nutrition. 2019. Vol. 42. No 10. P. 1193–1204.

20. Optimization of plant density and fertilizer application to maximize common bean yield / P.M. Zamukulu et al. Heliyon. 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023045012>

21. Growth and yield responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to N-P-S-B blended fertilizer rates / G. Jaleta et al. Agricultural & Environmental Letters (AGG2). 2025. URL: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agg2.70064>

22. El-Shabasy S.A., Khalifa T.H., El-Zehery T.M., Omara A.E.-D. Impact of Coated Phosphorus Fertilizers and Application Methods on Soil Fertility, Yield, and Ionic Regulation of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Saline Soil. Crops. 2025. 5(5). 68 p. DOI: 10.3390/crops5050068.

## REFERENCES

1. Moroz, O.V., Karpuk, L.M., Filipova, L.M. (2023). Formuvannya urozhajnosti sortiv kvasoli riznyh grup styglosti za pozakorenevoogo pidzhyvlennja roslyn [Formation of yield in common bean varieties of different maturity groups under foliar fertilization]. Materialy mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' «Agrarna osvita ta nauka: dosjagnennja, rol', factory rostu» [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Agrarian Education and Science: Achievements, Role, Growth Factors”]. Bila Tserkva, BNAU, pp. 31–33.

2. Moroz, O.V., Karpuk, L.M. (2025). Efektyvnist' pozakorenevoogo pidzhyvlennja kvasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) biopreparatamy [Efficiency of foliar application of biopreparations in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)]. Resursozberigajuchi tehnologii' vyroshhuvannja kul'turnyh roslyn: materialy I mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' [Resource-Saving Technologies for Cultivation of Agricultural Crops: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference]. Bila Tserkva, pp. 44–46.

3. Begum, A. (2003). Morphological and reproductive attributes in French beans (*Phaseolus vulgaris*) as influenced by sowing time and fertilizer treatments. Pakistan Journal of Biological Sciences. no. 6(22), pp. 1902–1906.

4. Olifirovych, S.Y. (2022). Indyvidual'na produktyvnist' roslyn ta vrozhajnist' kvasoli zvyčajnoi' (*Phaseolus vulgaris* L.) v umovah pivdennoi' chasty ny Lisostepu Zahidnogo [Individual productivity of plants and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the southern part of the Western Forest-Steppe]. Visnyk agrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 11(836), pp. 25–31.

5. Fawzy, Z.F., El-Ramady, H., Azab, M.A. (2021). Can foliar application of natural biostimulants reduce nitrate and fiber content in fresh green bean under soil nutrient deficiency? Bulletin of the National Research Centre. no. 45. 16 p.
6. Rodrigues, C., Moda-Cirino, V., Dourado-Neto, D. (2019). Foliar application of molybdenum in common bean: Enzymatic activity and yield benefit. Journal of Plant Nutrition. no. 42(10), pp. 1193–1204.
7. Santos, M.G., Ribeiro, R.V., Oliveira, R.F., Pimentel, C. (2004). Gas exchange and yield response to foliar phosphorus application in *Phaseolus vulgaris* L. under drought. Brazilian Journal of Plant Physiology. no. 16(3), pp. 171–179.
8. Niu, J. (2020). Effects of Foliar Fertilization: A Review of Current Status and Future Perspectives. Journal of Soil and Plant Nutrition. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-020-00346-3>
9. Singh A. Effect of foliar application of zinc and iron on seed yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris*). Available at: [https://www.researchgate.net/publication/369050215\\_Effect\\_of\\_Foliar\\_Application\\_of\\_Zinc\\_and\\_Iron\\_on\\_Seed\\_Yield\\_and\\_Yield\\_Components\\_of\\_Common\\_Bean\\_Phaseolus\\_vulgaris](https://www.researchgate.net/publication/369050215_Effect_of_Foliar_Application_of_Zinc_and_Iron_on_Seed_Yield_and_Yield_Components_of_Common_Bean_Phaseolus_vulgaris)
10. Fawzy, Z.F., El-Ramady, H., Azab, M.A. (2021). Can foliar application of natural biostimulants reduce nitrate and fiber content in fresh green bean under soil nutrient deficiency? Bulletin of the National Research Centre. Vol. 45, 16 p.
11. Gonçalves, R.N. (2017). Foliar phosphate fertilization improves seed weight and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Brazilian Agricultural Research. Vol. 52, no. 4, pp. 289–296.
12. Abu-Muriefah, S.S. (2013). Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. International Research Journal. Available at: <https://www.interest-journals.org/articles/effect-of-chitosan-on-common-bean-phaseolus-vulgaris-l-plants-grown-under-water-stress-conditions.pdf>
13. Khalifa, T. (2024). Investigating the influence of eco-friendly approaches (organic mulches + foliar nano-chitosan) on saline soils and common bean productivity. Environmental Science and Pollution Research. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39221268/>
14. Brengi, S.H. Enhancing the growth and yield of the common bean under foliar application and magnesium levels. Available at: <https://bmcpantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-025-07088-3>
15. Santos, M.G. Foliar phosphorus supply and CO<sub>2</sub> assimilation in common bean under water deficit. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/250024230\\_Foliar\\_phosphorus\\_supply\\_and\\_CO2\\_assimilation\\_in\\_common\\_bean\\_Phaseolus\\_vulgaris\\_L\\_under\\_water\\_deficit](https://www.researchgate.net/publication/250024230_Foliar_phosphorus_supply_and_CO2_assimilation_in_common_bean_Phaseolus_vulgaris_L_under_water_deficit)
16. Oliveira, S.L. (2022). Molybdenum foliar fertilization improves photosynthetic metabolism and grain yields of field-grown soybean and maize. Frontiers in Plant Science. Vol. 13. Available at: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.887682/full>.
17. Prado, A.L. (2023). Split applications of molybdenum fertilizer on common bean: agronomic and seed biofortification effects. Agronomy Journal. Available at: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/agj2.21232>
18. Rakha, M.K.A. (2017). Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to foliar spray of chitosan and citric acid. Current Science International. Vol. 6, Issue 4, pp. 920–929.
19. Rodrigues, C., Moda-Cirino, V., Dourado-Neto, D. (2019). Foliar application of molybdenum in common bean: enzymatic activity and yield benefit. Journal of Plant Nutrition. Vol. 42, no. 10, pp. 1193–1204.
20. Zamukulu, P.M. (2023). Optimization of plant density and fertilizer application to maximize common bean yield. Heliyon. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023045012>
21. Jaleta, G. (2025). Growth and yield responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to N-P-S-B blended fertilizer rates. Agricultural & Environmental Letters (AGG2). Available at: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agg2.70064>
22. El-Shabasy, S.A., Khalifa, T.H., El-Zehery, T.M., Omara, A.E.-D. (2025). Impact of Coated Phosphorus Fertilizers and Application Methods on Soil Fertility, Yield, and Ionic Regulation of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Saline Soil. Crops. no. 5(5), 68 p. DOI: 10.3390/crops5050068.

### Features of growth and development of bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) of different maturity groups under foliar feeding

Moroz O., Karpuk L.

The aim of the study was to determine the features of growth processes of two bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties of different maturity groups under foliar feeding with a phosphorus-containing biopreparation in the conditions of unstable moisture of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The research focused on the growth and development processes of two varieties: Apex (medium-early) and Bukovynka (medium-maturing). Field experiments were conducted in 2024–2025 on the experimental plot of the Terezyne Agricultural Enterprise (Bila Tserkva district, Kyiv region) on medium loamy podzolic chernozem typical of the Right Bank Forest-Steppe.

It was determined that foliar application of the phosphorus-based biopreparation «Organic Balance Monophosphorus» stimulated growth processes at

early stages of ontogenesis, promoted the formation of a stronger root system and more active leaf surface growth. This contributed to better adaptation of plants to drought conditions, especially in 2024, when there was a shortage of precipitation and high temperatures. During the budding and pod formation stages the treated plants produced 11–15 % more ovaries compared to the control, indicating better reproductive potential.

Foliar application of the biopreparation also had a positive effect on the grain-filling process. The weight of 1,000 seeds increased from 374 g (control) to 396–416 g, depending on the fertilizer dose, i.e.,

by 6–11 %. An increase in seed weight was observed in a dry year, confirming the role of phosphorus in increasing seed fullness under conditions of water stress.

The average yield of common bean grain in the control variant was 2.57 t/ha, whereas application of 0.5 l/ha increased yield to 2.75 t/ha (+7.1 %), and 1.0 l/ha to 2.89 t/ha (+12.3 %). The maximum effect was observed at the 1.0 l/ha rate, confirming the feasibility of its use in production conditions.

**Key words:** common bean, Apex variety, Bukovinka variety, foliar feeding, phosphorus fertilizer, yield, disease resistance.



Copyright: Мопоз О.В., Карпук Л.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Мопоз О.В.

Карпук Л.М.

<https://orcid.org/0009-0001-3954-0536>

<https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>