

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГОРОХА ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

Козак Л., канд. с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-7770-9734>, e-mail: kla59@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

Панченко Т., канд. с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>, e-mail: panchenko.taras@gmail.com

Білоцерківський національний аграрний університет

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>, e-mail: novokhatskyi@ukr.net,

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Мета досліджень — вивчення впливу доз фосфорно-мінеральних добрив та інокулянта «Нітрофікс» на розвиток і врожайність зерна гороха сорту «Оплот».

Методи. Дослідження проводилися у 2023-2024 рр. методом двофакторного тимчасового польового досліду у 9-ти пільній польовій сівоzmіні агрофірми «Узинська» Київської області. У дослідках вивчалися добрива, які вносилися восени під оранку у дозах $P_{30}K_{30}$, $P_{45}K_{45}$, $P_{60}K_{60}$, та інокулянт «Нітрофікс». Із добрив використовувалися калійна сіль і суперфосфат.

Результати. Установлено, що фосфорно-калійні добрива та інокулянт «Нітрофікс» позитивно впливали на площу листової поверхні гороху, нодуляційну активність і масу бульбочок на коренях гороху та суттєво підвищувало врожайність зерна гороху. Найвища врожайність зерна гороху – 4,12 т/га – отримана у варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ та інокуляцією насіння препаратом «Нітрофікс». Використання такої дози добрив дало змогу додатково отримати 1,67 т/га (або +73,2%) зерна з варіанта без інокуляції та 1,53 т/га зерна (або +58,9%) у варіанті з інокуляцією, додатково до контролю. Інокуляція на цьому фоні сприяла отриманню додатково 0,17 т/га, або 7,2% до контролю.

Висновки. Найкращі результати для підвищення урожайності гороху досягаються при застосуванні мінеральних добрив, внесених восени дозою $P_{60}K_{60}$ та передпосівної інокуляції насіння «Нітрофіксом». Внесення фосфорно-калійних добрив у межах схеми наших дослідів суттєво підвищувало врожайність зерна гороху. Передпосівна інокуляція насіння гороху препаратом «Нітрофікс» незалежно від доз добрив, що вивчалися у досліді, призводила до підвищення врожайності зерна гороху.

Ключові слова: горох посівний, інокулянт, площа листової поверхні, нодуляційна активність, бульбочкові бактерії, урожайність зерна, мінеральні добрива.

Вступ. Урожайність гороху значною мірою залежить від рівня мінерального живлення та ефективності біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями [Marschner, 2012; Дворецька, Любич, 2016; Yuvaraj, 2020; Jensen, Carlsson, Hauggaard-Nielsen, 2020; Попов та ін., 2021].

Використання інокулянтів разом із оптимальними дозами добрив сприяє покращенню росту, розвитку рослин і підвищенню продуктивності культури [Жо-

лобецький, 2008; Youseif, Abd El-Megeed, Saleh, 2017; Козак, Козак, Панченко, 2024].

Мінеральні добрива є важливим фактором підвищення врожайності бобових культур, зокрема гороху. Дози добрив необхідно підбирати, враховуючи агрохімічні показники ґрунту, потреби культури та технологію вирощування. Найбільш ефективними є помірні норми фосфорних і калійних добрив, а надмірне внесення азоту може знижувати активність симбіо-

тичної азотфіксації [Андрушко, 2023; De Notaris et al., 2023].

Дослідження демонструють, що внесення фосфорних і калійних добрив сприяє кращому розвитку кореневої системи, формуванню більшої кількості бульбочкових бактерій, а це допомагає підвищенні засвоєння атмосферного азоту. Оптимальні дози добрив дають змогу забезпечити рослини необхідними макро- і мікроелементами, які позитивно впливають на ріст, фотосинтетичну активність і кінцеву врожайність гороху.

Інокуляція насіння гороху бактеріальними препаратами, що містять ефективні штами ризобій, є перспективним методом підвищення врожайності без надмірного використання азотних добрив. Інокулянти стимулюють утворення симбіотичних бульбочок, що сприяє фіксації атмосферного азоту та зменшенню залежності рослин від мінеральних добрив.

Застосування біопрепаратів [Аверчев, Ковшаківа, 2024] забезпечує:

- покращення азотного живлення рослин;
- стимуляцію росту та розвитку кореневої системи;
- підвищення стійкості до стресових факторів;
- збільшення кількості і маси зерна.

Комбіноване застосування добрив та інокулянтів дає змогу значно підвищити ефективність живлення рослин гороху та забезпечити стабільний рівень урожайності. Збалансоване поєднання агрохімічних і біологічних методів стимулювання росту сприяє підвищенню екологічної стійкості агроценозів і рентабельності виробництва культури [Маменко, 2017].

Мета роботи — встановлення ефективності інокуляції у поєднанні з мінеральними добривами на розвиток бульбочкових бактерій, самих посівів та урожайності гороху.

Методи і матеріали. До-

слідження проводилися методом двофакторного тимчасового польового досліду у 2023 і 2024 рр. Дослід закладений у польовій сівоzmіні агрофірми «Узинська» Київської області. З добрив використовувалися калійна сіль і суперфосфат, а обробіток насіння перед сівбою проводився препаратом «Нітрофікс» фірми «Віона». У досліді використовувався сорт гороху «Оплот».

У досліді вивчалися: Фактор А — інокуляція препаратом «Нітрофікс» (контроль — без інокуляції зі змочуванням відповідною кількістю води); Фактор Б — добрива, які вносилися восени під оранку на глибину 20-22 см: 1 — без добрив (контроль); 2 — $P_{30}K_{30}$; 3 — $P_{45}K_{45}$; 4 — $P_{60}K_{60}$.

Дослід закладений систематичним методом. Повторність досліду — трикратна. Загальна кількість елементарних ділянок у досліді — 24. Посівна площа елементарної ділянки — 72 м², облікової — 30 м².

Супутні спостереження, виміри та обліки проводилися за загальноприйнятими методиками [Грицаєнко, Грицаєнко, Карпенко, 2003].

Результатами досліджень встановлено, що інокуляція препаратом «Нітрофікс» позитивно впливала на площу листової поверхні гороху в усіх варіантах досліду (рис. 1). Збільшення площі листя гороху спостерігається навіть у контрольному варіанті (без добрив), де це значення зросло з 23,86 до 24,01 тис. м²/га.

Використання фосфорно-калійних добрив сприяло значному збільшенню

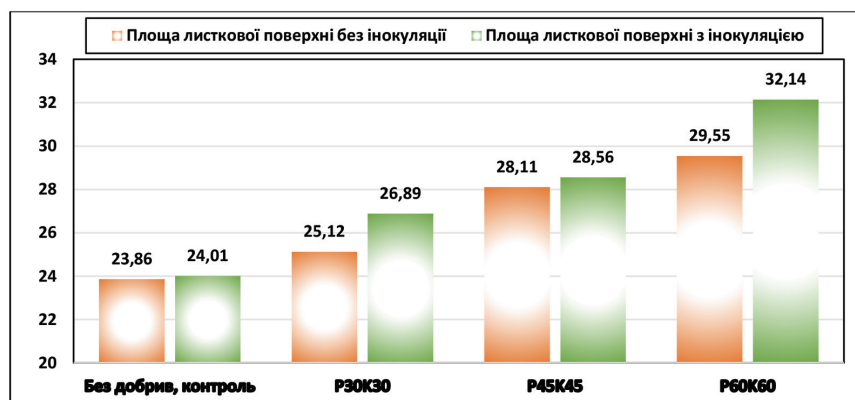


Рисунок 1 – Площа листової поверхні рослин гороху (тис. м²/га) за дії добрив та інокуляції препаратом «Нітрофікс»

площі листкової поверхні. Найвищі показники досягнуто при внесенні $P_{60}K_{60}$, де площа становила 29,55 тис. $m^2/га$ без інокуляції та 32,14 тис. $m^2/га$ з інокуляцією.

Максимального ефекту досягнуто при поєднанні $P_{60}K_{60}$ та інокуляції – площа листкової поверхні при цьому збільшилася на 2,59 тис. $m^2/га$ порівняно з варіантом без інокуляції. Це свідчить про позитивний вплив інокуляції на засвоєння поживних речовин.

Зі збільшенням дози добрив площа листкової поверхні зростала, що підтверджує ефективність фосфорно-калійного живлення. Однак найбільший приріст спостерігається при переході від $P_{30}K_{30}$ до $P_{45}K_{45}$ та від $P_{45}K_{45}$ до $P_{60}K_{60}$, особливо у варіанті з інокуляцією.

Інокуляція препаратом «Нітрофікс» значно підвищувала нодуляційну активність рослин гороху в усіх варіантах удобрення (рис. 2). Наприклад, у контрольному варіанті (без добрив) кількість бульбочок збільшилася з 34,50 до 43,52 одиниць на рослину.

Застосування фосфорно-калійних добрив сприяло підвищенню кількості бульбочок незалежно від інокуляції. Найбільше зростання кількості бульбочок на коренях гороху спостерігалось на варіантах із внесенням $P_{60}K_{60}$, де показник досягав 49,25 без інокуляції та 58,17 бульбочок на 1 рослину з інокуляцією.

Поєднання інокуляції препаратом «Нітрофікс» і внесення добрив сприяє збільшенню кількості бульбочок. Найвищий результат (58,17 бульбочок/рослину) зафіксовано при застосуванні $P_{60}K_{60}$ у поєднанні з інокуляцією, що на 8,92 бульбочок/рослину більше, ніж при такий же дозі добрив без інокуляції.

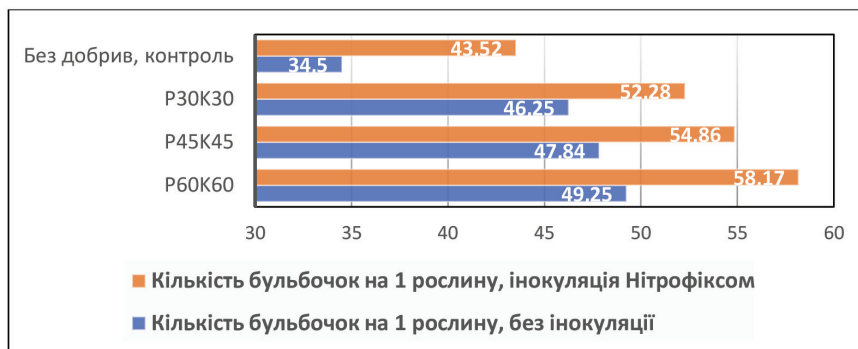


Рисунок 2 – Вплив бактеризації та систем удобрення на нодуляційну активність рослин гороху у фазі цвітіння, од. бульбочок/рослину

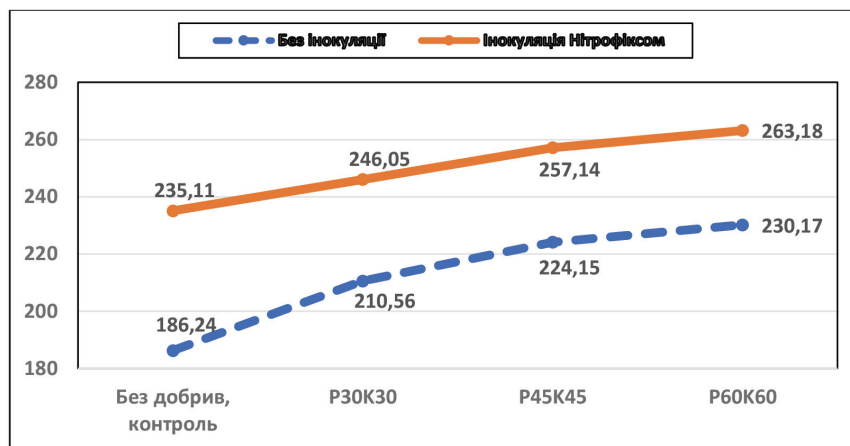


Рисунок 3 – Вплив бактеризації та доз добрив на масу бульбочок рослини гороху у фазі цвітіння, мг/рослину

На варіантах із обома факторами, що вивчалися (з інокуляцією та без), спостерігалось стабільне зростання кількості бульбочок зі збільшенням дози добрив. Однак ефективність формування бульбочок є вищою при використанні інокуляції, що свідчить про посилення симбіотичної азотфіксації.

Інокуляція препаратом «Нітрофікс» сприяла також збільшенню маси бульбочок у всіх варіантах дослідів (рис. 3). Навіть без внесення добрив маса бульбочок зростала з 186,24 мг/рослину (без інокуляції) до 235,11 мг/рослину (з інокуляцією), або на 26,2 %. На варіантах із внесенням добрив передпосівна обробка насіння «Нітрофіксом» також приводила до збільшення маси бульбочок на коренях гороху. При цьому ефективність препарату була дещо нижчою. Так, за внесення $P_{30}K_{30}$ маса бульбочок на коренях гороху

Таблиця 1 – Вплив удобрення та бактеризації на врожайність гороху

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га			Приріст від добрив (у т. ч. при взаємодії з біопрепаратом)		Приріст від інокуляції	
	2023 р.	2024 р.	середнє	т/га	%	т/га	%
<i>Без бактеризації</i>							
Без добрив (контроль)	2,04	2,51	2,28	-	-		
P ₃₀ K ₃₀	2,54	3,17	2,86	0,58	25,2		
P ₄₅ K ₄₅	3,33	3,85	3,59	1,31	57,5		
P ₆₀ K ₆₀	3,77	4,13	3,95	1,67	73,2		
<i>Інокуляція «Нітрофіксом»</i>							
Без добрив	2,26	2,92	2,59	-	-	0,32	13,8
P ₃₀ K ₃₀	2,83	3,35	3,09	0,50	19,3	0,24	10,3
P ₄₅ K ₄₅	3,57	4,03	3,80	1,21	46,7	0,21	9,2
P ₆₀ K ₆₀	3,92	4,31	4,12	1,53	58,9	0,17	7,2
НІР ₀₅ по досліді	0,44	0,41					
для доз добрив	0,35	0,29					
для інокуляції	0,16	0,19					

була більшою на 16,9 %, а у варіантах із внесенням P₄₅K₄₅ і P₆₀K₆₀ – відповідно на 14,7 і 14,3%.

Використання фосфорно-калійних добрив позитивно впливало на масу бульбочок.

Найвищий приріст маси бульбочок відбувається при поєднанні інокуляції та удобрення. Наприклад, при застосуванні P₆₀K₆₀ маса бульбочок збільшилася на 33,01 мг/рослину порівняно з варіантом без інокуляції.

Таким чином, зі збільшенням рівня мінерального живлення маса бульбочок стабільно зростає. Інтенсивніше наростання спостерігається у варіантах із інокуляцією, що свідчить про покращення симбіотичної азотфіксації.

Установлено, що мінеральні добрива та інокуляція насіння гороху призводили до суттєвих змін в урожайності зерна гороху (табл. 1).

Внесення фосфорно-калійних добрив суттєво підвищувало врожайність гороху. Найбільший середній приріст урожайності без інокуляції спостерігався у варіанті P₆₀K₆₀ (+1,67 т/га, що на 73,2% більше за контроль). Аналогічно, із застосуван-

ням інокуляції максимальний приріст також досягнуто при P₆₀K₆₀ (+1,53 т/га, або 58,9%). Оптимальними є варіанти P₄₅K₄₅ або P₆₀K₆₀, оскільки вони забезпечували найбільший приріст урожайності зерна гороху.

Інокуляція сприяє збільшенню урожайності в усіх варіантах дослідів. Найбільший приріст урожайності від інокуляції спостерігався у варіанті без добрив (+0,32 т/га, або +13,8%). Зі збільшенням рівня удобрення ефективність інокуляції знижувалася, що свідчить про певну негативну дію підвищених доз мінеральних добрив на утворення бульбочок на коренях гороху.

Поєднання фосфорно-калійного удобрення та інокуляції дало кращі результати, ніж кожен із цих факторів окремо. Наприклад, у варіанті з внесенням P₆₀K₆₀ середня урожайність без інокуляції становила 3,95 т/га, а з інокуляцією – 4,12 т/га.

Урожайність підвищується як за рахунок добрив, так і завдяки інокуляції, однак добрива мають більш значний вплив. Найбільш ефективним варіантом є поєднання P₆₀K₆₀ з інокуляцією, що забезпечує максимальну врожайність (4,12 т/га). Од-

нак у випадках обмежених ресурсів варіант $P_{45}K_{45}$ з інокуляцією також є ефективним рішенням. Як показали розрахунки, саме варіант із дозою $P_{45}K_{45}$ мав найвищий рівень рентабельності.

Обговорення. За сприятливих умов на одному гектарі гороху фіксується від 130 до 200 кг азоту з повітря. Засвоєний азот виноситься урожаєм зерна, однак значна частина — навіть до 40% — залишається у ґрунті разом із органічними рештками [Glagoleva, 1996]. За свідченнями вітчизняних учених, обробка насіння бобових культур інокулянтами позитивно впливає на формування максимальної кількості кореневих бульбочок [Петриченко, Коць, 2014; Бахмат, Плахтій, Небаба, 2020; Загнітко, Небаба, 2025], що позитивно відображається на кількості зв'язаного атмосферного азоту.

У процесі росту й розвитку рослина накопичує біомасу, яка є кількісним вираженням цінності майбутнього врожаю. Відомо, що процес розвитку призводить до якісних змін рослин, формує нові органи, закладає основу для розмноження видів у вигляді репродуктивних органів [Камінський та ін., 2015]. Важливу роль в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі й зернобобових, відіграють мікрота макроелементи [Kolesnikov et al., 2024]. Вони входять до складу цінних біологічно активних сполук, беруть участь у синтезі білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот, вітамінів і жирів, а також стабілізують фотосинтетичні процеси та покращують ріст і розвиток рослин, що підтверджується результатами наших досліджень.

Висновки. Таким чином, найкращі результати для підвищення урожайності гороху досягаються при застосуванні мінеральних добрив, внесених восени дозою $P_{60}K_{60}$ у поєднанні з інокуляцією «Нітрофіксом», що дало змогу отримати 4,12 т/га зерна гороху і перевищити контроль на 1,53 т/га або 58,9%. Внесення фосфорно-калійних добрив у дозах, що вивчалися, суттєво підвищувало врожайність зерна гороху. Передпосівна інокуляція

насіння гороху препаратом «Нітрофікс» незалежно від доз добрив, що вивчалися у досліді, призводила до трохи нижчої врожайності зерна гороху. Тому можна вважати доцільним застосування інокуляції насіння гороху препаратом «Нітрофікс».

Перелік посилань

Аверчев О.В., Ковшакова Т.С. Вплив мікроелементів та біостимуляторів на продуктивність сортів гороху. Таврійський науковий вісник № 136. Частина 1. 2024. С. 3-11.

Андрушко М.О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології. Агроном. 17.07.2023. <https://www.agronom.com.ua/formuvannya-produktyvnosti-gorohu-zalezno-vid-elementiv-tehnologiyi/>

Бахмат М. І., Плахтій Д. П., Небаба К.С. Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від удобрення мінеральними добривами та регуляторів росту в умовах лісостепу західного. Plant and soil science. 2020. Vol. 11, №3. С. 33-42. <https://agriculturalscience.com.ua/web/uploads/pdf/14001-33104-1-PB.pdf>

Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів: К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.

Дворецька С., Любич О. Мінеральне живлення гороху. Пропозиція. 21.11.2016. <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu>

Жолобецький Г. Технологічні аспекти вирощування гороху. 09.12.2008. <https://propozitsiya.com/ua/tehnologichni-aspekti-viroshchuvannya-gorohu>

Загнітко В. В., Небаба К. С. Формування симбіотичного апарату у рослин гороху залежно від агроекологічних факторів в умовах Лісостепу Західного. Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум: доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв,

28-30 травня 2025 р.) / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв: МНАУ, 2025. С. 77-79. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-23>

Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Рябокін Т.М., Каражбей Т.В. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу: збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». — К.: ВП «Едельвейс», 2015. — Вип. 4. — С. 59-65.

Козак А., Козак Л., Панченко Т. Формування урожайності гороху залежно від доз добрив та інокуляції насіння Оптимайз пульсом. Наукові досягнення у дослідженнях молоді з вирішення актуальних запитів ґрунтознавства та агрохімії: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 30 травня 2024 р.). Харків: ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2024. С. 64-68. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

Маменко П. Інокуляція гороху: маркетинговий хід чи реально прибуткова справа? Агробізнес сьогодні. 02 березня 2017. <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2478-inokuliatsiia-horokhu-marketynhovyi-khid-chy-realno-prybutkova-sprava.html>

Особливості технології вирощування нових сортів гороху на зерно; підгот.: Попов С.І., Костромітін В.М., Глибокий О.М., Гутянський Р.А., Авраменко С.В., Огурцов Ю.Є., Кузьменко Н.В., Безуглий І.М., Василенко А.В., Шелякін В.О. Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. Х., 2021 — 42 с.

Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. Вісник НАН України. 2014. № 3. — С. 57-66.

De Notaris, C.; Enggrob, E.; Olesen, J.; Sørensen, P.; Rasmussen, J. Faba bean productivity, yield stability and N₂-fixation in long-term organic and conventional crop rotations. *Field Crop. Res.* 2023, 295, 108894.

Glagoleva O. B., Kovalskaya N. U., & Umarov M. M. (1996). Endosymbiosis forma-

tion between nitrogen-fixing bacteria *Pseudomonas caryophylli* and rape root cells. *Endosymbiosis Cell Research*. Vol. 11. P. 147-158.

Jensen, E.S.; Carlsson, G.; Haugaard-Nielsen, H. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 2020, 40, 5. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-0607-x>

Koberniuk O., Hryhoriev V., Nebaba K., Havrylianchuk R., Plahtiy D. The role of mycorrhizal fungi in enhancing fertilizer efficiency in agriculture. *Scientific Horizons*. 2024. No 27 (9). P. 86–97. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2024.86.8>.

Kolesnikov M., Tymoshchuk T., Moisiienko V., Vyshnivskiy P., & Rudenko Yu. Formation of the photoassimilation apparatus of pea (*Pisum sativum* L.) crops under biostimulants in arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024. No27 (4). P. 76–85. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2024.76>

Marschner, P. Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2012; ISBN 9780123849052.

Youseif, S.H.; Abd El-Megeed, F.H.; Saleh, S.A. Improvement of faba bean yield using rhizobium/agrobacterium inoculant in low-fertility sandy soil. *Agronomy* 2017, 7, 2.

Yuvaraj, M.; Pandiyan, M.; Gayathri, P.; Yuvaraj, M.; Pandiyan, M.; Gayathri, P. Role of Legumes in Improving Soil Fertility Status in Legume Crops - Prospects, Production and Uses. *Intech Open* 2020, 182.

References

Andrushko M.O. Formation of pea productivity depending on the elements of technology. *Agronomist*. 07/17/2023. <https://www.agronom.com.ua/formuvannya-produktyvnosti-gorohu-zalezno-vid-elementiv-tehnologiyi/>

Averchev O.V., Kovshakova T.S. The influence of microelements and biostimulants on the productivity of pea varieties. *Tavria Scientific Bulletin* No. 136. Part 1. 2024. P. 3-11.

- Bakhmat M. I., Plakhtiy D. P., Nebaba K. S. Formation of the symbiotic apparatus of field peas depending on fertilization with mineral fertilizers and growth regulators in the conditions of the western forest-steppe. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 33-42. <https://agriculturalscience.com.ua/web/uploads/pdf/14001-33104-1-PB.pdf>
- De Notaris, C.; Enggrob, E.; Olesen, J.; Sørensen, P.; Rasmussen, J. Faba bean productivity, yield stability and N₂-fixation in long-term organic and conventional crop rotations. *Field Crop. Res.* 2023, 295, 108894.
- Dvoretzka S., Lyubchych O. Mineral nutrition of peas. Proposal. 21.11.2016. <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu>
- Features of the technology of growing new varieties of peas for grain; prepared by: Popov S.I., Kostromitin V.M., Gluboky O.M., Gutyansky R.A., Avramenko S.V., Ogurtsov Yu.E., Kuzmenko N.V., Bezugliy I.M., Vasylenko A.V., Shelyakin V.O. V. Ya. Yuryev Institute of Plant Production of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kh., 2021. 42 p.
- Glagoleva O.B., Kovalskaya N.U., & Umarov M.M. (1996). Endosymbiosis formation between nitrogen-fixing bacteria *Pseudomonas caryophylli* and rape root cells. *Endosymbiosis Cell Research*. Vol. 11. P. 147-158.
- Hrytsayenko Z.M., Hrytsayenko A.O., Karpenko V.P. Methods of biological and agrochemical research of plants and soils: K.: ZAO «NICHILAVA», 2003. 320 p.
- Jensen, E.S.; Carlsson, G.; Haugaard-Nielsen, H. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 2020, 40, 5.
- Kaminsky V.F., Dvoretzka S.P., Ryabokin T.M., Karazhbey T.V. Formation of the yield of pea varieties depending on the level of intensification of cultivation technology in the Northern Forest-Steppe: collection of scientific works of the NSC «Institute of Agriculture of the NAAS». - K.: VP «Edelweiss», 2015. - Issue 4. - P. 59-65.
- Koberniuk O., Hryhoriev V., Nebaba K., Havrylianchyk R., Plahtiy D. The role of mycorrhizal fungi in enhancing fertilizer efficiency in agriculture. *Scientific Horizons*. 2024. No 27 (9). P. 86–97. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2024.86.8>.
- Kolesnikov M., Tymoshchuk T., Moisiienko V., Vyshnivskyi P., & Rudenko Yu. Formation of the photoassimilation apparatus of pea (*Pisum sativum* L.) crops under biostimulants in arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024. No27 (4). P. 76–85. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2024.76>
- Kozak A., Kozak L., Panchenko T. Formation of pea yield depending on fertilizer doses and seed inoculation with Optimize Pulse. *Scientific achievements in youth research on solving current questions of soil science and agrochemistry: collection of abstracts of the International Scientific-Practical Conference (Kharkiv, May 30, 2024)*. Kharkiv: NSC «IGA named after O.N. Sokolovsky», 2024. P. 64-68. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>
- Mamenko P. Pea inoculation: a marketing ploy or a really profitable business? *Agribusiness Today*. March 2, 2017. <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2478-inokuliatsiia-horokhu-marketynhovykhid-chy-realno-prybutkova-sprava.html>
- Marschner, P. Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2012; ISBN 9780123849052.
- Petrychenko V.F., Kots S.Ya. Symbiotic systems in modern agricultural production. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 2014. No. 3. P. 57-66.
- Youseif, S.H.; Abd El-Megeed, F.H.; Saleh, S.A. Improvement of faba bean yield using rhizobium/agrobacterium inoculant in low-fertility sandy soil. *Agronomy* 2017, 7, 2.
- Yuvaraj, M.; Pandiyan, M.; Gayathri, P.; Yuvaraj, M.; Pandiyan, M.; Gayathri, P. Role of Legumes in Improving Soil Fertility Status in Legume Crops - Prospects, Production and Uses. *Intech Open* 2020, 182.
- Zaghnitko V. V., Nebaba K. S. Formation of symbiotic apparatus in pea plants depending on agroecological factors in the conditions of the Western Forest-Steppe.

Food security of Ukraine in the conditions of post-war recovery: global and national dimensions. International forum: reports of participants of the international scientific and practical conference (Mykolaiv, May 28-30, 2025) / Ministry of Education and Science of Ukraine; Mykolaiv National Agrarian

University. Mykolaiv: MNAU, 2025. P. 77-79. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-23>

Zholobetskyi G. Technological aspects of pea cultivation. 09.12.2008. <https://propozitsiya.com/ua/tehnologichni-aspekti-viroshchuvannya-gorohu>

UDC 631.559/.847:633.35

FORMATION OF PEA YIELD DEPENDS ON MINERAL FERTILIZER DOSES AND SEED INOCULATION

Kozak L., PhD in Agronomy, associate professor,
[https:// orcid.org/0000-0002-7770-9734](https://orcid.org/0000-0002-7770-9734), e-mail: kla59@ukr.net

Bila Tserkva National Agrarian University

Panchenko T., PhD in Agronomy, associate professor,
<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>, e-mail: panchenko.taras@gmail.com

Bila Tserkva National Agrarian University

Novokhatskyi M., PhD in Agronomy, associate professor,
<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>, e-mail: novokhatskyi@ukr.net,

Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The aim of the research was to study the effect of doses of phosphorus-mineral fertilizers and inoculant Nitrofix on the development and yield of grain of pea variety «Oplot».

Methods. *The research was conducted in 2023 and 2024 by the method of a two-factor temporary field experiment in a 9-field field crop rotation of the Uzynsk Agrofirm, Kyiv region. The experiments studied fertilizers that were applied in the fall under plowing in doses of $P_{30}K_{30}$, $P_{45}K_{45}$, $P_{60}K_{60}$ and inoculant «Nitrofix». Potassium salt and superphosphate were used as fertilizers.*

Results. *It was found that phosphorus-potassium fertilizers and the inoculant «Nitrofix» had a positive effect on the leaf surface area of peas, nodulation activity and the mass of nodules on pea roots and significantly increased the yield of pea grain. The highest yield of pea grain – 4.12 t/ha was obtained in the variant with the application of $P_{60}K_{60}$ and inoculation of seeds with the drug «Nitrofix». The use of such a dose of fertilizers made it possible to obtain an additional 1.67 t/ha (or +73.2%) of grain from the variant without inoculation and 1.53 t/ha of grain (or +58.9%) in the variant with inoculation, in addition to the control. Inoculation on this background contributed to obtaining an additional 0.17 t/ha, or 7.2% to the control.*

Conclusions. *The best results for increasing pea yield are achieved when using mineral fertilizers applied in the fall at a dose of $P_{60}K_{60}$ and pre-sowing seed inoculation with «Nitrofix». The application of phosphorus-potassium fertilizers within the framework of our experiments significantly increased the yield of pea grain. Pre-sowing inoculation of pea seeds with «Nitrofix», regardless of the doses of fertilizers studied in the experiment, led to an increase in the yield of pea grain.*

Keywords: *pea, inoculant, leaf surface area, nodulation activity, nodule bacteria, grain yield, mineral fertilizers.*