

УДК 633.358:631.53.04:631.582(292.486)(477)
DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.6>

Гудзенко О. Г.

аспірант кафедри рослинництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: hudzenko.oh@dsau.dp.ua
ORCID: 0009-0002-2742-6995

Іжболдін О. О.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри рослинництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет Дніпро, Україна
E-mail: izhboldin.o.o@dsau.dp.ua
ORCID: 0000-0002-8076-7206

РЕАКЦІЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ГОРОХУ НА ВИКОРИСТАННЯ ІНОКУЛЯНТІВ І ПРОТРУЙНИКІВ ЗА РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Анотація

На фоні посилення кліматичної мінливості та фітосанітарних ризиків у степовій зоні України постає завдання оптимізувати передпосівну обробку насіння гороху шляхом поєднання інокулянтів і фунгіцидних протруйників залежно від попередника. Метою досліджень було оцінити реакцію врожайності гороху посівного сорту Мадонна на поєднання інокулянтів і фунгіцидних протруйників за різних попередників у степовій зоні України та визначити технологічні рішення, що забезпечують стабільність продуктивності в контрастні за зволоженням роки. Польові дослідження проводилися у 2023–2025 рр. на чорноземі звичайному малогумусовому середньосуглинковому. Двофакторний польовий дослід включав: фактор А – попередник (пшениця озима; сояшник), фактор В – передпосівна обробка насіння (без обробки; фунгіцидні протруйники Вайбранс РФС, Редіго, Сферіко, Авідо; інокулянтні системи Ризолан + Ризосейв і Атува + Премакс; їх комбінації інокулянт + фунгіцидний протруйник). Отримані дані свідчать, що визначальною передумовою зростання і відтворюваності врожайності є наявність інокуляції, додавання фунгіцидного протруйника до інокулянта виконує стабілізуючу функцію, зменшуючи ймовірність втрат від насінневої та ґрунтової інфекції. Після попередника пшениці озимої найвищі показники врожайності формували комбінації застосування інокулянту + протруйника: зокрема поєднання Ризолан + Ризосейв + Вайбранс РФС у 2023 р. забезпечили рівень врожайності 4,47 т/га порівняно з 3,77 т/га на контролі, у 2024 р. – 2,44 т/га порівняно з 2,16 т/га, у 2025 р. – 1,78 т/га порівняно з 1,67 т/га, відповідно. Середні показники врожайності за період 2023–2025 рр. після попередника пшениці озимої становили 2,90 т/га для цієї комбінації порівняно з контролем – 2,53 т/га; інокуляція препаратами Ризолан + Ризосейв забезпечила – 2,82 т/га, в той час як фунгіцидна обробка препаратом Вайбранс РФС становила 2,68 т/га. Після сояшнику відносна перевага біологічних схем посилювалася: Ризолан + Ризосейв + Вайбранс РФС у 2023 р. забезпечив врожайність 4,20 т/га порівняно з контролем – 3,47 т/га, у 2024 р. – 2,26 т/га порівняно з 1,94 т/га, у 2025 р. – 1,58 т/га порівняно з 1,42 т/га, відповідно. Середні показники врожайності за 2023–2025 рр. підтвердили домінування попередника як системного фактора: пшениця озима забезпечувала стабільно вищий рівень, ніж сояшник для всіх варіантів обробки насіння гороху. Практичне значення полягає у можливості гнучкого вибору: за стандартних ризиків і достатніх ресурсів доцільно застосовувати інтегровану схему інокулянт + протруйник як базову; за бюджетних або організаційних обмежень інокуляція забезпечує майже рівнозначний рівень і є пріоритетною мінімальною вимогою, особливо після сояшнику. Новизна роботи полягає у багаторічному порівнянні комбінацій інокулянтів і фунгіцидних протруйників одночасно за двох контрастних попередників у посушливих умовах Степу, включно з екстремально посушливим роком, що дозволило кількісно довести важливу роль інокуляції та встановити межі доцільності комбінування з фунгіцидним протруєнням насіння гороху.

Ключові слова: горох, інокуляція, інкрустація, попередник, пшениця озима, сояшник, симбіотична азотфіксація, врожайність.

Вступ. У степовій зоні України, де водозабезпечення й агрофізичний стан чорноземів часто лімітують реалізацію потенціалу зернобобових культур, передпосівна обробка насіння розглядається як відносно недорогий інструмент підвищення стійкості та урожайності гороху. Узагальнення результатів досліджень використання біостимуляторів показують, що обробки здатні активізувати обмін речовин, підвищувати схожість, стійкість до абіотичних та біотичних стресів і в підсумку зростання врожайності, причому величина ефекту істотно залежить від препарату, способу внесення, властивостей ґрунту та клімату [1–3].

Водночас для зернобобових ключовим чинником залишається ефективність симбіозу з *Rhizobium* – інокуляція забезпечує приріст нодуляції, фіксації азоту й біомаси, але чутлива до кислотності ґрунту та хімічних стресів [13]. Польові досліді закордонних джерел наголошують, що фунгіцидні протруйники суттєво знижують життєздатність ризобій на насінні, тож рекомендовано розділяти обробки в часі, наносити інокулянт останнім на висушене насіння або застосовувати гранульовані та ґрунтові форми інокулянтів та завжди перевіряти сумісність конкретних препаратів [7; 11]. Експериментальні дослідження також відображають різну ефективність застосування препаратів, а саме за потреби протруювання фунгіцидами ґрунтові (гранульовані) інокулянти часто переважають насінневі за нодуляцією та врожайністю гороху [12], а сумісність різних комерційних комбінацій суттєво відрізняється, що відображено у виробничих умовах [9].

Вітчизняні дослідження демонструють високу чутливість гороху до поєднань мікробних препаратів і регуляторів росту. У степовій зоні України поєднання фосфатмобілізуєчих бактерій із *Paenibacillus polymyxa*, а також біоагента Agat-25K і PGR Reacom-C підсилювали нодуляцію, енергію нітрифікації, урожайність та вміст білку порівняно з контролем і окремими компонентами [4]. У Південному Степу передпосівні обробки й інокуляція підвищували продуктивність і якість зерна різних сортів гороху [10]. Узагальнюючи огляд українських науковців також підкреслює потенціал полікомпонентних інокулянтів і біополімерних добавок для стабілізації симбіозу та врожайності бобових у посухостресових умовах [5]. Щодо ролі попередника, багаторічні стаціонарні досліді для Лісостепу та Степу показують, що горох після колосових (ячмінь, пшениця) формує стабільно вищі показники, тоді як після технічних культур, зокрема соняшнику, врожайність частіше знижується через гірший фітосанітарний і поживний фон. Водночас в ланці сівозміни соняшник може бути задовільним або навіть близьким за ефективністю попередником, але з вищими ризиками [6].

Ще одна особливість, взаємодія комплексу патогенів для соняшнику й бобових (у т.ч. склеротиніоз) ускладнює розміщення гороху після соняшника в посушливі роки, що підтверджується оглядами білої гнилі та виробничими рекомендаціями [8]. Попри помітний прогрес, бракує систематизованих даних саме для поєднань інокулянтів та фунгіцидних протруйників з урахуванням попередника в умовах Степу України й різко контрастних років за зволоженням.

Отже, комплексна оцінка таких факторів при вирощуванні сорту гороху Мадонна після пшениці озимої та соняшника є актуальним і науково обґрунтованим завданням.

Мета роботи – з'ясувати реакцію врожайності гороху сорту Мадонна на поєднання інокулянтів і фунгіцидних протруйників за різних попередників у степовій зоні України та розробити практичні рекомендації для виробництва з урахуванням контрастних погодних умов, зокрема посушливого 2025 року.

Виклад основного матеріалу дослідження. Польові дослідження з горохом посівним (сорт Мадонна) виконували у 2023–2025 рр. на науково-дослідному полі Навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету на чорноземі звичайному малогумусовому середньосуглинковому з потужністю гумусового горизонту 60–75 см; агротехніка відповідала зональним рекомендаціям; основний обробіток ґрунту – оранка на глибину 23–25 см, передпосівна підготовка – весняна культивация з боронуванням; сівба рання за температури ґрунту 3–5 °C при нормі 1,3 млн схожих насінин/га, міжряддя 15 см, глибина загортання 5–6 см; система живлення: $P_{30}K_{30}$; система захисту відповідала регламентам для гороху, після соняшнику додатково забезпечували рівномірне подрібнення та розподіл поживних решток. Результати досліджень базувалися на експериментальних даних одержаних в двофакторному польовому досліді, де фактор А – попередник: пшениця озима та соняшник; фактор В – передпосівна обробка насіння: без обробки (контроль), Вайбранс РФС нормою 1,0 л/т, Редіго – 1,0 л/т, Сферіко – 1,0 л/т, Авідо – 1,0 л/т, Ризолан – 3,0 л/т + Ризосейв – 1,0 л/т, Агува – 2,0 л/т + Премакс – 0,5 л/т, а також комбінації інокулянтів із протруйниками (Ризолан + Ризосейв + Вайбранс/Редіго/Сферіко/Авідо; Агува + Премакс + Вайбранс/Редіго/Сферіко/Авідо). Розміщення ділянок систематичне з незалежною рендомізацією в межах повторень, повторність чотириразова, облікова площа 28,0 м², збирали врожай суцільним обмолотом облікової ділянки, врожайність перераховували у т/га на базову вологість 14%; статистичну обробку виконували дисперсійним аналізом з оцінкою дії факторів А, В та їх взаємодії А×В у розрізі років і за середнім 2023–2025 рр., достовірність різниць визначали за НР₀₅.

Одним із ключових чинників формування високої та стабільної врожайності гороху є темпи початкового росту і розвитку рослин, що визначається дружністю сходів, раннім заселенням кореневої системи ефективними штамми бульбочкових бактерій і зниженням інфекційного тиску на етапі проростання. Забезпечення рівномірних сходів і швидкого формування симбіозу створює передумови для гармонійного росту, кращого використання ґрунтової вологи, технологічності догляду та стабільної реалізації потенціалу сорту. В умовах степової зони додаткового значення набуває попередник, оскільки пшениця озима і соняшник по-різному формують водний та фітосанітарний фон, а також чутливість сходів до біотичних і абіотичних факторів. Протягом 2023–2025 рр. нами проведено двофакторні польові дослідження із сортом гороху Мадонна, спрямовані на оцінку реакції врожайності зерна та поєднання інокулянтів і фунгіцидних протруйників за різних попередників.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що після попередника пшениці озимої найвищий рівень врожайності забезпечили комбінації – інокулянт та фунгіцид. Найкращим варіантом було поєднання суміші препаратів Ризолан + Ризосейв + Вайбранс РФС. У більш сприятливому 2023 р. він забезпечив врожайність на

рівні 4,47 т/га порівняно з контролем 3,77 т/га; у 2025 р. в посушливих умовах – 1,78 т/га порівняно з контролем 1,67 т/га (табл. 1). Інокуляція насіння препаратом Ризолайн + Ризосейв була дуже близькою до оптимальних показників, наприклад, 4,33 т/га у 2023 р., а різниця між Ризолайн + Ризосейв та Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС у більшості років досліджень була невеликою й часто статистично незначущою. Фунгіциди при однокомпонентному застосуванні забезпечували помірний і менш стабільний приріст врожайності зерна.

Таблиця 1. Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від варіантів передпосівної обробки насіння та їх комбінацій після попередника пшениця озима, т/га

Варіант	Роки		
	2023	2024	2025
Без обробки (контроль)	3,77	2,16	1,67
Вайбранс РФС (1 л/т)	4,03	2,29	1,73
Редіго (1 л/т)	4,00	2,28	1,70
Сферіко (1 л/т)	3,99	2,27	1,71
Авідо (1 л/т)	3,96	2,24	1,70
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т)	4,33	2,37	1,75
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т)	4,15	2,31	1,73
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Вайбранс РФС 1 л/т	4,47	2,44	1,78
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Редіго (1 л/т)	4,46	2,44	1,75
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Сферіко 1 л/т	4,45	2,43	1,78
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв 1 л/т + Авідо (1 л/т)	4,43	2,42	1,77
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Вайбранс РФС (1 л/т)	4,36	2,41	1,79
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Редіго (1 л/т)	4,34	2,42	1,75
Атува 2 л/т + Премакс 0,5 л/т + Сферіко 1 л/т	4,33	2,39	1,77
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Авідо (1 л/т)	4,30	2,38	1,76
НІР ₀₅ , т/га	0,12	0,11	0,10

Після попередника сояшника абсолютні показники врожайності гороху були нижчими, однак структура ефективності варіантів передпосівної обробки насіння залишалася сталою. Найвищу врожайність забезпечувала комбінована схема із застосуванням інокулянта у поєднанні з фунгіцидом, варіант із однокомпонентною інокуляцією формувала лише дещо нижчі значення, тоді як використання лише фунгіцидів без інокуляції забезпечувало середній рівень врожайності. Навіть у 2025 р. при жорсткому дефіциті вологи комбінація Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС забезпечувала рівень врожайності 1,58 т/га порівняно з контролем 1,42 т/га, а у 2023 р. – 4,20 т/га порівняно з контролем 3,47 т/га. Інокуляція препаратами Ризолайн + Ризосейв також тримала стабільну перевагу, наприклад, 2,17 т/га у 2024 р. порівняно з контролем 1,94 т/га (табл. 2).

Таблиця 2. Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від варіантів передпосівної обробки насіння та їх комбінацій після попередника сояшника, т/га

Варіант	Роки		
	2023	2024	2025
Без обробки (контроль)	3,47	1,94	1,42
Вайбранс РФС (1 л/т)	3,74	2,08	1,50
Редіго (1 л/т)	3,69	2,06	1,52
Сферіко (1 л/т)	3,65	2,07	1,49
Авідо (1 л/т)	3,67	2,04	1,47
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т)	4,04	2,17	1,53
Атува 2 л/т + Премакс 0,5 л/т	3,85	2,10	1,50
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Вайбранс РФС (1 л/т)	4,20	2,26	1,58
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Редіго (1 л/т)	4,19	2,26	1,56
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Сферіко (1 л/т)	4,18	2,25	1,58
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Авідо (1 л/т)	4,16	2,24	1,57
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Вайбранс РФС (1 л/т)	4,08	2,22	1,58
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Редіго (1 л/т)	4,06	2,19	1,60
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Сферіко (1 л/т)	4,05	2,20	1,56
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Авідо (1 л/т)	4,02	2,19	1,55
НІР ₀₅ , т/га	0,13	0,11	0,09

В цілому за 2023–2025 рр. характеристика дослідних варіантів підтвердила домінування попередника і схеми обробки насіння гороху перед сівбою. У середньому за роки досліджень урожайність зерна гороху після пшениці озимої в усіх варіантах досліду була вищою, ніж після сояшнику. Наприклад, врожайність на контролі після попередника пшениці озимої була на рівні 2,53 т/га, а на фоні сояшника вона становила 2,28 т/га. Комбінація Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС після пшениці озимої забезпечила врожайність на рівні 2,90 т/га проти 2,68 т/га після попередника сояшника (табл. 3). У підсумку, за результатами досліджень виявлено три узгоджені закономірності щодо формування рівня врожайності зерна гороху: по-перше, попередник є домінуючим системним фактором; по-друге, поєднання інокуляції з фунгіцидним протруюванням – оптимальна технологічна стратегія; по-третє, однокомпонентна інокуляція забезпечує продуктивність, близьку до найкращих комбінацій, тоді як фунгіциди однокомпонентно виконують переважно роль зниження інфекційного тиску на ризосферне середовище.

Таблиця 3. Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від варіантів передпосівної обробки насіння та їх комбінацій після різних попередників (середнє за 2023–2025 рр.), т/га

Варіант (фактор В)	Попередник (фактор А)	
	соняшник	пшениця озима
Без обробки (контроль)	2,28	2,53
Вайбранс РФС (1 л/т)	2,44	2,68
Редіго (1 л/т)	2,42	2,66
Сферіко (1 л/т)	2,40	2,65
Авідо (1 л/т)	2,39	2,63
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т)	2,58	2,82
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т)	2,48	2,73
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Вайбранс РФС (1 л/т)	2,68	2,90
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Редіго (1 л/т)	2,68	2,88
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Сферіко 1 л/т	2,67	2,89
Ризолайн (3 л/т) + Ризосейв (1 л/т) + Авідо (1 л/т)	2,66	2,87
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Вайбранс РФС (1 л/т)	2,63	2,85
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Редіго (1 л/т)	2,61	2,84
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Сферіко (1 л/т)	2,60	2,83
Атува (2 л/т) + Премакс (0,5 л/т) + Авідо (1 л/т)	2,59	2,81
НР ₀₅ т/га для фактора А		0,09–0,12
для фактора В		0,09–0,13
для взаємодії АВ		0,12–0,14

Слід відзначити, що більшість випробуваних схем проявили вищу ефективність на фоні пшениці озимої, що узгоджується з літературними даними про кращу реалізацію біостимулюючих та симбіотичних ефектів за меншого водного та фітосанітарного стресів. Водночас у варіантах розміщення гороху після соняшника та за умов посилення аридизації клімату (зокрема в надзвичайно посушливому 2025 р.) застосування комплексної передпосівної обробки насіння, інокуляції у поєднанні з фунгіцидним протруюванням, а в окремих випадках і лише інокуляції, забезпечувало істотне збереження рівня продуктивності посівів, що свідчить про високий адаптогенний потенціал цих заходів за змінних абіотичних умов та підвищеного інфекційного навантаження на агроценоз.

Висновки. Комплексна обробка насіння гороху інокулянтами та фунгіцидними протруйниками забезпечує найвищу та стабільну врожайність сорту Мадонна як після попередника соняшника, так і після пшениці озимої. У середньому за 2023–2025 рр. оптимальна комбінація Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС формувала приріст врожайності зерна гороху відносно контролю на 0,37 т/га після пшениці озимої та 0,40 т/га після соняшника. Інокуляція комбінацією препаратів Ризолайн + Ризосейв в досліді відмічалася високими показниками і зазвичай майже не поступалася кращим комбінаціям і в більшості випадків не перевищувала поріг найменшої істотної різниці, особливо в посушливому 2025 році, що підкреслює провідну роль симбіотичної азотфіксації як основи технології вирощування гороху в степовій зоні України.

Водночас фунгіцидні протруйники без інокуляції забезпечували помірний, менш стабільний ефект і поступалися біологічним схемам, виконуючи переважно функцію зниження початкового інфекційного тиску. Визначальним для абсолютного рівня врожайності виявився попередник. Так, пшениця озима стабільно переважала попередник соняшник із середнім приростом врожайності на рівні 0,22–0,29 т/га незалежно від варіанта обробки насіння.

За умов типової фітосанітарної небезпеки та достатнього рівня матеріально-технічного забезпечення доцільним є застосування комплексної передпосівної обробки насіння гороху, що поєднує інокулянт і фунгіцид. Така схема мінімізує міжрічну варіабельність урожайності та забезпечує максимально повну реалізацію потенціалу сорту. Натомість за обмеженого бюджету або на посівах із нижчим фітосанітарним тиском економічно доцільним і водночас ефективним є використання інокулянта Ризолайн + біопротектора Ризосейв.

Оптимальним попередником гороху доцільно вважати пшеницю озиму, після якої його розміщення слід рекомендувати в першу чергу. У разі сівби гороху після соняшника необхідно застосовувати комбіновані схеми передпосівної обробки насіння (Ризолайн + Ризосейв або Ризолайн + Ризосейв + Вайбранс РФС), забезпечити максимально ранній строк сівби для ефективного використання ґрунтової вологи, ретельне подрібнення та рівномірний розподіл післяжнивних решток, а також обов'язково врахувати можливу післядію гербіцидів-ALS-інгібіторів.

Отримані результати мають прикладне значення і можуть бути безпосередньо використані для вдосконалення технологій вирощування гороху в степовій зоні України, обґрунтування технологічних рішень та розроблення відповідних виробничих регламентів.

Список використаних джерел

1. Гамаюнова В. В., Єрмолаєв В. М. Урожайність зерна гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 228–233. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.23.33>
2. Гирка А. Д., Бочевар О. В., Малоок В. С., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В., Алексєєв Я. В. Вплив попередників, мінеральних добрив та норм висіву насіння на врожайність зерна гороху в Північному Степу України. *Зернові культури*. 2024. 8(1). С. 77–83. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0314>
3. 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. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.6>

4. Лемішко С. М., Черних С. А., Пашова В. Т. Кореневі гнілі агрофітоценозів гороху в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. № 121. С. 58–66. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.8>
5. Ткаліч Ю. І., Козечко В. І., Шевченко С. М., Бондаренко А. С. Інкрустація насіння як фактор регулювання схожості та урожайності кукурудзи і соняшника в умовах степової зони. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Ч. 2. С. 105–113. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.13>
6. Bolton M. D., Thomma B. P. H. J., Nelson B. D. Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*. 2006. 7(1). 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00316.x>
7. Cardarelli M., Woo S. L., Roupael Y., Colla G. Seed treatments with microorganisms can have a biostimulant effect by influencing germination and seedling growth of crops. *Plants*. 2022. 11(3). 259. <https://doi.org/10.3390/plants11030259>
8. Huang J., Gan Y., Lupwayi N., Hao X., Selles F. Efficacy of starter N fertilizer and rhizobia inoculant in dry pea in a semi-arid environment. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2017. 63(3). 264–273. <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1315834>
9. Kutcher H. R., Brandt S. A., Smith E. G., Ulrich D., Malhi S. S., Johnston A. M., Nye B. Rhizobium inoculant and seed-applied fungicide effects on field pea production. *Canadian Journal of Plant Science*. 2002. 82(4). 645–651. <https://doi.org/10.4141/P01-180>
10. Lemishko S., Kharytonov M., Pashova V., Tkach Y. The impact of the pea seed treatments with bio-fertilizers and bio-agents on the level of plant nitrogen symbiotic fixation. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. 66(2). 302–309.
11. Roupael Y., Colla G. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020. 11. 40. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671>
12. Santos M. S., Rodrigues T. F., Nogueira M. A., Hungria M. The challenge of combining high yields with environmentally friendly bioproducts: a review on the compatibility of pesticides with microbial inoculants. *Agronomy*. 2021. 11(5). 870. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050870>
13. Yakhin O. I., Lubyantsev A. A., Yakhin I. A., Brown P. H. Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in Plant Science*. 2017. 7. 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>

Hudzenko O. H.

*Postgraduate Student at the Department of Crop Production,
Dnipro State Agrarian and Economic University*

Dnipro, Ukraine

E-mail: hudzenko.oh@dsau.dp.ua

ORCID: 0009-0002-2742-6995

Izhboldin O. O.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Crop Production,
Dnipro State Agrarian and Economic University*

Dnipro, Ukraine

E-mail: izhboldin.o.o@dsau.dp.ua

ORCID: 0000-0002-8076-7206

RESPONSE OF PEA GRAIN YIELD TO THE USE OF INOCULANTS AND SEED DRESSINGS AFTER DIFFERENT PRECEDING CROPS IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

Abstract

Against the backdrop of increasing climatic variability and phytosanitary risks in the Steppe zone of Ukraine, there is a need to optimize pea seed pre-sowing treatment by combining inoculants and seed-applied fungicides in accordance with the previous crop. The aim of the study was to assess the yield response of field pea (cv. Madonna) to combinations of inoculants and fungicidal seed dressings under different previous crops in the Steppe zone of Ukraine and to identify technological solutions that ensure yield stability in years with contrasting moisture supply. Field experiments were conducted in 2023–2025 on a common, low-humus, medium-loam Chernozem. A two-factor field design was used: factor A – previous crop (winter wheat; sunflower); factor B – seed treatment (untreated control; fungicidal dressings Vibrance RFC, Redigo, Spherico, Avido; inoculant systems Rizolain + Rizosave and Atuva + Premax; and their “inoculant + fungicide” combinations). The data indicate that inoculation is the key prerequisite for increasing and reproducing yield; adding a fungicidal seed dressing to the inoculant performs a stabilizing function by reducing the likelihood of losses from seed- and soil-borne infections. After winter wheat, the highest yields were formed by inoculant + fungicide combinations: in particular, Rizolain + Rizosave + Vibrance RFC produced 4.47 t·ha⁻¹ vs 3.77 t·ha⁻¹ in the control in 2023, 2.44 vs 2.16 t·ha⁻¹ in 2024, and 1.78 vs 1.67 t·ha⁻¹ in 2025 (+0.11 t·ha⁻¹). Three-year mean yields after winter wheat were 2.90 t·ha⁻¹ for this combination vs 2.53 t·ha⁻¹ in the control; inoculation with Rizolain + Rizosave alone yielded 2.82 t·ha⁻¹, whereas the fungicidal dressing Vibrance RFC alone gave 2.68 t·ha⁻¹. After sunflower, the relative advantage of biological schemes increased: Rizolain + Rizosave + Vibrance RFC achieved 4.20 t·ha⁻¹ vs 3.47 t·ha⁻¹ (2023), 2.26 vs 1.94 t·ha⁻¹ (2024), and 1.58 vs 1.42 t·ha⁻¹ (2025). The three-year averages for 2023–2025 confirmed the dominance of the previous crop as a systemic factor: winter wheat consistently provided higher yield levels than sunflower across all pea seed-treatment variants. The practical significance lies in enabling flexible choices: under typical risks and sufficient resources, the integrated inoculant + fungicide scheme is advisable as the baseline; under budgetary or organizational constraints,

inoculation alone provides an almost equivalent level and is the priority minimum requirement, especially after sunflower. The novelty of the study is a three-year comparison of inoculant-fungicide combinations simultaneously under two contrasting previous crops in real Steppe conditions, including an extremely dry year, which made it possible to quantify the crucial role of inoculation and to delineate the conditions under which combining it with fungicidal seed treatment is justified for pea.

Key words: pea, inoculation, seed coating, previous crop, winter wheat, sunflower, symbiotic nitrogen fixation, yield.

References

1. Hamaionova, V. V., & Yermolaiev, V. M. (2024.) *Urozhainist zerna horokhu zalezno vid peredposivnoi obrobky nasinnia ta optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy* [Grain yield of pea depending on pre-sowing seed treatment and nutrient optimization in the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii [Agrarian Innovations]*. No. 23. P. 228–233 <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2024.23.33> [in Ukrainian].
2. Hyrka, A. D., Bochevar, O. V., Malook, V. S., Sydorenko, Yu. Ya., Iliencko, O. V., & Alieksieiev, Ya. V. (2024.) *Vplyv poperednykh, mineralnykh dobrykh ta norm vysivu nasinnia na vrozhaunist zerna horokhu v Pivnichnomu Stepu Ukrainy* [Effect of predecessors, mineral fertilizers and seed rates on grain yield of pea in the Northern Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury [Cereal Crops]*. 8(1). P. 77–83. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0314> [in Ukrainian].
3. Yeremenko, O. A., & Kapinos, M. V. (2020.) *Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia na produktyvnist sortiv horokhu posivnoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy* [Effect of pre-sowing seed treatment on the productivity of field pea cultivars under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk [Tavriyskyi Scientific Bulletin]*. No. 113. P. 41–48. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.6> [in Ukrainian].
4. Lemishko, S. M., Chernykh, S. A., & Pashova, V. T. (2021.) *Korenevi hnyli ahrofitozenoziv horokhu v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy* [Root rots of pea agrophytocenoses in the Northern Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Seriya: Silskohospodarski nauky [Tavriyskyi Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences]*. No. 121. P. 58–66. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.8> [in Ukrainian].
5. Tklich, Yu. I., Kozechko, V. I., Shevchenko, S. M., & Bondarenko, A. S. (2025.) *Inkrustatsiia nasinnia yak faktor rehuliuвання skhozhosti ta urozhainosti kukurudzy i soniashnyka v umovakh stepovoi zony* [Seed incrustation as a factor regulating germination and yield of maize and sunflower under Steppe zone conditions]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk [Tavriyskyi Scientific Bulletin]*. No. 143. Part 2. P. 105–113. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.13> [in Ukrainian].
6. Bolton, M. D., Thomma, B. P. H. J., & Nelson, B. D. (2006). *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00316.x> [in English].
7. Cardarelli, M., Woo, S. L., Roupahel, Y., Colla, G. (2022). Seed treatments with microorganisms can have a biostimulant effect by influencing germination and seedling growth of crops. *Plants*, 11(3), 259. <https://doi.org/10.3390/plants11030259> [in English].
8. Huang, J., Gan, Y., Lupwayi, N., Hao, X., & Selles, F. (2017). Efficacy of starter N fertilizer and rhizobia inoculant in dry pea in a semi-arid environment. *Soil Science and Plant Nutrition*, 63(3), 264–273. <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1315834> [in English].
9. Kutcher, H. R., Brandt, S. A., Smith, E. G., Ulrich, D., Malhi, S. S., Johnston, A. M., & Nye, B. (2002). Rhizobium inoculant and seed-applied fungicide effects on field pea production. *Canadian Journal of Plant Science*, 82(4), 645–651. <https://doi.org/10.4141/P01-180> [in English].
10. Lemishko, S., Kharytonov, M., Pashova, V., & Tklich, Y. (2023). The impact of the pea seed treatments with bio-fertilizers and bio-agents on the level of plant nitrogen symbiotic fixation. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 66(2), 302–309 [in English].
11. Roupahel, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671> [in English].
12. Santos, M. S., Rodrigues, T. F., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2011). The challenge of combining high yields with environmentally friendly bioproducts: a review on the compatibility of pesticides with microbial inoculants. *Agronomy*, 11(5), 870. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050870> [in English].
13. Yakhin, O. I., Lubyantov, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049> [in English].

Отримано: 06.10.2025

Рекомендовано: 20.11.2025

Опубліковано: 16.12.2025