

ХВОРОБИ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ГОРОХУ ПІДЗИМНЬОГО СТРОКУ СІВБИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ У ЗОНІ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

КРИВЕНКО А.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0002-2133-3010

Одеський державний аграрний університет

УСОВ Р.М. – аспірант

orcid.org/0009-0003-2282-7025

Одеський державний аграрний університет

Постановка проблеми. В умовах реформування аграрного сектору України та переходу до інтенсивних технологій землеробства особливої актуальності набуває проблема стабільного виробництва рослинного білка. Вирішальна роль у цьому процесі належить зернобобовим культурам, серед яких провідне місце займає горох – основна зернобобова культура України, що характеризується високим вмістом протеїну, збалансованим амінокислотним складом, високою кормовою та агротехнічною цінністю.

Незважаючи на значний потенціал урожайності та наявність районованих високопродуктивних сортів, фактична реалізація продуктивності гороху, зокрема підзимнього строку сівби, залишається недостатньою. Однією з головних причин цього є ураження рослин хворобами, серед яких особливої шкоди завдають хвороби кореневої системи, зокрема фузаріозні кореневі гнилі. Ураження коренів призводить до зрідження сходів, ослаблення рослин, порушення симбіозу з бульбочковими бактеріями, зниження азотфіксації та, як наслідок, значних втрат урожаю.

За даними наукових досліджень, втрати врожаю гороху від комплексу шкідливих організмів можуть сягати 20–30%, а за сприятливих умов для розвитку хвороб – 50–80% і більше. У зоні Лісостепу України, де зосереджені найбільші площі посівів гороху, поєднання ґрунтово-кліматичних умов із підзимнім строком сівби створює підвищений ризик розвитку ґрунтових і насінних інфекцій, що уражують кореневу систему на ранніх етапах органогенезу.

У зв'язку з цим, виникає об'єктивна необхідність поглибленого вивчення поширення та шкодочинності хвороб кореневої системи гороху підзимнього строку сівби, а також наукового обґрунтування ефективних шляхів зниження втрат урожаю. Особливо актуальним є дослідження ролі агротехнічних і хімічних заходів, зокрема протруювання насіння, у складі інтегрованої системи захисту рослин в умовах Лісостепу України, що й зумовлює актуальність даної наукової роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження свідчать, що ключовим елементом інтенсивної та екологічно орієнтованої технології вирощування гороху є інтегрована система захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів. Вона ґрунтується на поєднанні агротехнічних, селекційно-генетичних, біологічних

та хімічних заходів із урахуванням ґрунтово-кліматичних умов вирощування та фітосанітарного стану агроценозів [1, 2, 9].

За даними вітчизняних і зарубіжних авторів, провідна роль у зниженні шкодочинності комплексу хвороб гороху, зокрема корневих гнилей фузаріозного й афаноміцетного походження, належить агротехнічним заходам. Рациональна сівозміна, оптимальні строки та способи сівби, використання якісного посівного матеріалу, збалансоване удобрення й науково обґрунтована система обробітку ґрунту істотно зменшують інфекційний фон і сприяють підвищенню стійкості рослин [3, 4, 10].

Численні дослідження підтверджують, що неправильне розміщення гороху в сівозміні, зокрема повернення культури на попереднє поле раніше, ніж через 4–5 років або висів після зернобобових і багаторічних бобових трав, призводить до накопичення збудників корневих гнилей та зростання чисельності спеціалізованих шкідників. У зоні Лісостепу України найкращими попередниками для гороху вважаються просапні культури, зокрема кукурудза на силос, що забезпечує кращі фітосанітарні умови та формування повноцінного насіння [2, 5, 7].

Важливе місце в інтегрованому захисті посівів належить системі обробітку ґрунту. За результатами досліджень Інституту захисту рослин НААН, поєднання поверхневого обробітку стерні з глибокою зяблевою оранкою сприяє зменшенню чисельності ґрунтових фаз шкідників та знижує запас інфекції збудників корневих і листових хвороб [6, 7].

Суттєвий вплив на розвиток хвороб кореневої системи, має рівень мінерального живлення рослин. Збалансоване внесення фосфорно-калійних добрив у поєднанні з помірними дозами азоту підвищує стійкість гороху до фузаріозних і аскохітозних уражень, тоді як надлишкове азотне живлення сприяє розвитку корневих гнилей і сірої гнилі [4, 9].

Окрему увагу в сучасних дослідженнях приділяють передпосівній підготовці насіння. Доведено, що протруювання насіння системними фунгіцидами в поєднанні з інокуляцією ефективними штамми бульбочкових бактерій істотно знижує ураження сходів кореневими гнилями, покращує польову схожість і сприяє формуванню вищого рівня врожайності [4, 2]. У практиці вирощування гороху в Україні дозволено застосування



сучасних препаратів на основі флудіоксонілу, карбоксину та тираму відповідно до чинного «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» [8].

Значного розвитку в останні роки, набули біологічні методи захисту гороху. Використання мікробіологічних препаратів на основі *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.* та *Trichoderma spp.* забезпечує пригнічення збудників фузаріозних корневих гнилей, активізує ростові процеси й підвищує адаптивний потенціал рослин, що особливо важливо за підзимнього строку сівби [9, 10].

Отже, аналіз наукових джерел свідчить, що ефективне обмеження розвитку хвороб кореневої системи гороху можливе, лише за умов комплексного застосування агротехнічних, хімічних і біологічних заходів у межах інтегрованої системи захисту. Водночас питання поширення та шкодочинності корневих гнилей гороху підзимнього строку сівби в зоні Лісостепу України, а також адаптації сучасних елементів захисту до цих умов, залишаються недостатньо вивченими й потребують подальших наукових досліджень.

Метою досліджень було визначення біологічної, фітосанітарної та господарської ефективності сучасних методів передпосівної обробки насіння гороху із застосуванням дозволених системних фунгіцидних протруйників та біологічних препаратів у порівнянні з необробленим контролем, з урахуванням вимог інтегрованого захисту рослин, підвищення стійкості посівів до хвороб кореневої системи та забезпечення екологічної безпеки агроценозів у зоні Лісостепу України.

Для реалізації поставленої мети в умовах польової сівозміни ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області було закладено польовий дрібноділяночний дослід, спрямований на оцінку впливу різних варіантів передпосівної обробки насіння гороху на розвиток рослин, поширення та розвиток корневих гнилей і формування врожайності.

Метою статті є наукове обґрунтування ефективності сучасних методів передпосівної обробки насіння гороху з використанням системних фунгіцидних протруйників і біологічних препаратів на основі *Trichoderma spp.* та *Bacillus subtilis* у зниженні розвитку хвороб кореневої системи, покращенні фітосанітарного стану посівів і підвищенні врожайності культури в умовах Лісостепу України з урахуванням вимог інтегрованого захисту рослин та екологічної безпеки агроценозів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. у виробничих умовах ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області, розташованого в зоні Лісостепу України. Польові досліді закладали у польовій сівозміні на чорноземі типовому малогумусному, середньосуглинковому, з вмістом гумусу 3,2–3,5% та реакцією ґрунтового розчину рН 6,4–6,8.

Досліді проводилися на гороху (*Pisum sativum L.*) сорту Мороз, зернового напрямку використання, районований і рекомендований для вирощування в умовах Лісостепу України. Сорт характеризується підвищеною холодо- та зимостійкістю, що зумовлює його придатність для підзимнього строку сівби. Вирощування культури здійснювали за загальноприйнятою для зони технологією з дотриманням рекомендованих строків сівби, норм

висіву та системи удобрення. Попередником гороху була кукурудза на зерно.

Для реалізації поставленої мети було закладено польовий дрібноділяночний дослід. Повторюваність дослідів – чотириразова, розміщення варіантів – суцільне. Загальна площа ділянки становила 200 м², облікова – 100 м².

З метою захисту насіння та сходів від фузаріозної кореневої гнилі використовували сучасні системні фунгіцидні протруйники та біологічні препарати. У нашому досліді були наступні варіанти:

1. Контроль – насіння без передпосівної обробки;
2. Хімічне протруювання – насіння, оброблене системним фунгіцидним протруйником на основі флудіоксонілу та металаксилу-М (*Максим XL*) Норм витрати – 1,0 л/т;
3. Комбінована обробка – насіння, оброблене фунгіцидним протруйником (*Максим XL*) з нормою витрати – 1,0 л/т, у поєднанні з біологічним препаратом на основі *Trichoderma spp.* (Триходермін) з нормою витрати – 2,5 л/т, застосованим згідно з рекомендаціями виробника;
4. Біологізована обробка – насіння, оброблене біологічними препаратами на основі *Trichoderma spp.* (Триходермін), з нормою витрати – 2,5 л/т та *Bacillus subtilis* (Фітоспорин-М), з нормою – 2,5 л/га.

Передпосівну обробку насіння проводили за 24–48 год до сівби з дотриманням регламентів застосування препаратів. У комбінованому варіанті біологічні препарати застосовували окремо від хімічного протруйника з урахуванням їх сумісності та життєздатності мікроорганізмів.

У процесі вегетації проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин гороху. Польову схожість насіння визначали на фазі повних сходів. Поширення та розвиток корневих гнилей оцінювали у фазах сходів, бутонізації та цвітіння шляхом відбору модельних рослин з кожної ділянки з подальшою візуальною діагностикою ураження кореневої системи. Облік ураження проводили за загальноприйнятими фітопатологічними методиками з визначенням поширення (%) та розвитку (%) хвороби.

Господарську ефективність досліджуваних заходів оцінювали за показниками структури врожаю (густота рослин, кількість бобів на рослині, маса 1000 насінин) та врожайності зерна, яку визначали шляхом суцільного збирання облікових ділянок з перерахунком на стандартну вологість.

Отримані експериментальні дані обробляли методами дисперсійного аналізу з визначенням достовірності різниць між варіантами дослідів. Результати вважали статистично значущими за рівня ймовірності $P \leq 0,05$.

Результати досліджень. В посівах гороху спостерігаються різні типи кореневої гнилі: фузаріозна, різотоніозна, аскохітозна та афаноміцетна. У Лісостеповій зоні України найбільше поширена фузаріозна коренева гниль, збудниками якої є гриби роду *Fusarium* Link, серед яких найбільш вірулентним є *Fusarium oxysporum* Schlecht emend. Snyder et Hansen. Хвороба проявляється від проростання насіння до збирання врожаю

і вражає центральні та бічні корінці, підземну частину стебла. Уражені рослини жовтіють, відстають у рості, при дефіциті вологи буріють і відмирають, а їх коренева система легко висмикується з ґрунту.

Облік польової схожості показав, що обробка насіння Максим XL забезпечувала суттєве підвищення польової схожості порівняно з контролем (табл. 1). Польова схожість насіння значно покращувалась при обробці Максим XL та особливо при комбінованому варіанті. У контролі сходи досягали 80,9%, при застосуванні препарату Максим XL – 85,9%, в комбінації з біопрепаратом Триходерміном – 89,8%, а при біологізованій обробці – 85,1%.

Досліджено, що густина посівів також залежала від обробки: на контролі у середньому була на рівні – 1,31 млн./га, при хімічному протруєнні – 1,39 млн./га, при комбінованій обробці – 1,45 млн./га, а при біологізованому варіанті – 1,37 млн./га. Це підтверджує, що обробка насіння покращує рівномірність сходів і створює оптимальні умови для росту рослин.

Встановлено, що кількість бульбочок на корінцях у фазі 3-х пар листків залишалась стабільною на всіх варіантах (20,5–21,2 шт.), що свідчить про відсутність пригнічувального впливу протруйника на азотофіксуючі бактерії.

Обробка насіння Максим XL ефективно зменшувала ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю: на фазі 2–3 пар листків ураження на контролі становило 8,4%, на варіанті з Максим XL – 1,5%, а при комбінованій обробці – 0,9%. У фазі цвітіння біологічна ефективність протруйника зменшувалась до 26,1%, а комбінованої обробки – до 27,8%, що демонструє високий захисний ефект на ранніх етапах росту та розвитку рослин.

Урожайність гороху також підвищувалася залежно від обробки насіння. На контролі вона склала 2,42 т/га, при обробці Максим XL – 2,61 т/га (+0,19 т/га, або 7,8%), а при комбінованій обробці Максим XL + Триходермін – 2,78 т/га (+0,36 т/га, або 14,9%). Біологізована обробка лише біопрепаратами показала позитивний ефект, але менш виражений порівняно з комбінацією хімічного та біологічного засобу (+0,13–0,18 т/га, або 5,5–7,5%).

Таким чином, комбіноване протруєння Максим XL з Триходерміном є найбільш ефективним як з біологічної, так і з господарської точки зору. Воно забезпечує високу польову схожість, оптимальну густоту посівів, зменшує ураження кореневою гниллю і дає максимальний приріст урожайності, водночас зберігаючи екологічну безпеку агроценозу (табл. 1).

З огляду на те, що сучасна передпосівна обробка насіння гороху системним фунгіцидом у поєднанні з біологічним препаратом на основі *Trichoderma spp.* забезпечує найвищу польову схожість, зменшує ураження фузаріозною кореневою гниллю і достовірно підвищує урожайність культури. Використання лише біологічних препаратів є ефективним, але поступається комбінованому способу за показниками продуктивності нами було вивчено вплив передпосівної обробки насіння на структуру урожаю гороху (табл. 2).

Урожайність гороху зернового напрямку використання, залежить від багатьох чинників: генетичного

потенціалу сорту, рівня удобрення, погодних умов, стійкості до шкідників і хвороб, густоти посіву, кількості бобів на рослині, насіння в бобах та його маси.

Дані про вплив передпосівної обробки насіння на формування елементів структури урожайності гороху показали, що застосування сучасних фунгіцидних та біологічних препаратів підвищувало всі показники структури урожаю. Найнижчі значення, спостерігались на контрольному варіанті, де насіння не обробляли.

На варіантах із комбінованою обробкою (Максим XL + Триходермін) середня кількість бобів на рослині досягла 4,2 шт., кількість насінин у бобі – 3,8 шт., маса насіння в бобі – 3,05 г, а маса 1000 насінин – 215 г. Ці показники, свідчать про кращу продуктивність та потенційний приріст урожаю порівняно з контролем та варіантом із лише хімічним протруєнням.

Таким чином, застосування сучасних передпосівних обробок насіння підвищує генеративну продуктивність рослин, покращує структуру урожаю та сприяє стабільному формуванню високої врожайності.

В цілому доцільність проведення агрозаходу оцінюють за показниками господарської та економічної ефективності: приріст урожаю, собівартість продукції, чистий прибуток та рівень рентабельності.

У наших дослідках економічну ефективність визначали за такими показниками, як урожайність, вартість основної продукції, витрати на виробництво, прибуток, собівартість продукції та рентабельність. Дані представлені у таблиці 3.

Аналіз показав, що використання сучасного системного протруйника Максим XL сприяло підвищенню урожайності на 0,19 т/га у порівнянні з контролем (необроблене насіння). Комбінована обробка Максим XL + Триходермін забезпечила найбільший приріст урожаю – 0,36 т/га, тоді як біологічне протруєння Триходермін + Фітоспорин-М підвищило урожайність на 0,28 т/га порівняно з контролем.

Вартість продукції зростала пропорційно до збільшення урожайності: максимальна була у варіанті з Максим XL + Триходермін (39 476 грн/га), а мінімальна – у контролі (34 364 грн/га). Аналогічна тенденція спостерігалася і щодо прибутку: найвищий прибуток отримано у комбінованому варіанті (8 991 грн/га), а найнижчий – у контролі (5 804 грн/га).

Собівартість продукції на тону також зменшувалася при використанні препаратів, що свідчить про економічну доцільність обробки насіння. Найнижча собівартість зафіксована у варіанті Максим XL + Триходермін (10 960 грн/т), що на 850 грн/т менше, ніж у контролі (11 810 грн/т).

Рентабельність виробництва зерна гороху підзимного строку сівби прямо корелювала з ефективністю застосованого агрозаходу. Так, у контрольному варіанті (насіння необроблене) рівень рентабельності становив 20,3%, при використанні хімічного протруйника Максим XL – 24,1%, у комбінованому варіанті Максим XL + Триходермін – 29,5%, а за застосування лише біологічних препаратів (Триходермін + Фітоспорин-М) – 29,4%. Ці дані свідчать, що інтегроване застосування хімічного та біологічного протруєння

Таблиця 1

Вплив протруювання насіння на розвиток рослин, ураження їх фузаріозною кореневою гниллю та ураженість гороху в ТОВ «СИЛКАТ-1» Черкаської області (середнє за 2024–2025 р.)

Варіанти	Польова схожість насіння, %	Густота сходів		Кількість бульбочок на корінцях рослини, штук	Ураження рослин кореневою гниллю, %		Біологічна ефективність, %		Урожайність, т/га	Приріст урожайності	
		шт./погонний метр	млн./га		фаза 2–3 пар листків	фаза цвітіння	фаза 3-х пар листків	фаза цвітіння		± т/га	%
Контроль – насіння без обробки	80,9	19,6	1,31	20,5	8,5	18,6	0	0	2,42	0	0
Хімічне протруювання – д.р. флудіоксоніл + металаксил-М (Максим XL) – 1,0 л/т	85,9	20,9	1,39	21,1	1,8	15,1	82,1	18,2	2,61	+0,19	7,8
Комбінована обробка – д.р. флудіоксоніл + металаксил-М (1,0 л/т) з <i>Trichoderma spp.</i> (Триходермін) (2,5 л/т)	89,8	21,8	1,45	21,2	0,9	13,6	89,3	26,9	2,78	+0,36	14,9
Біологізована обробка – <i>Trichoderma spp.</i> (Триходермін) (2,5 л/т) та <i>Bacillus subtilis</i> (Фітоспорин-М) (2,5 л/т)	85,1	20,7	1,37	20,8	2,7	17,5	85,7	21,7	2,57	+0,15	6,2
									НІР ₀₅ = 0,13		

Таблиця 2

Вплив протруювання насіння на формування елементів структури урожайності гороху, ТОВ «СИЛКАТ-1» Черкаської області, середнє 2024–2025 рр.

Варіанти	Висота рослин, см	Кількість, шт.			Маса 1000 насінин, г
		бобів на рослині	насінин в бобі	насінин з рослини	
Контроль – насіння без обробки.	99	3,8	3,5	2,73	206
Хімічне протруювання – д.р. флудіоксоніл + металаксил-М (Максим XL) – 1,0 л/т	102	4,1	3,6	2,90	210
Комбінована обробка д.р. флудіоксоніл + металаксил-М (1,0 л/т) з <i>Trichoderma spp.</i> (Триходермін) (2,5 л/т).	101	4,2	3,8	3,05	215
Біологізована обробка – <i>Trichoderma spp.</i> (Триходермін) (2,5 л/т) та <i>Bacillus subtilis</i> (Фітоспорин-М) (2,5 л/т)..	101	4,0	3,7	2,95	212

Таблиця 3

Економічна ефективність протруювання насіння гороху підзимнього строку сівби (сорт Мороз) в умовах ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області, середнє 2024–2025 рр.

Варіант	Урожайність, т/га	Вартість основної продукції, грн./га	Витрати на виробництво продукції, грн./га	Прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
Контроль – насіння без обробки.	2,42	34 364	28 560	5 804	11 810	20,3
Хімічне протруювання – д.р. флудіоксоніл + металаксил-М (Максим XL) – 1,0 л/т	2,61	37 062	29 860	7 202	11 440	24,1
Комбінована обробка – д.р. флудіоксоніл + металаксил-М (1,0 л/т) з <i>Trichoderma spp.</i> (Триходермін) (2,5 л/т).	2,78	39 476	30 485	8 991	10 960	29,5
Біологізована обробка – <i>Trichoderma spp.</i> (Триходермін) (2,5 л/т) та <i>Bacillus subtilis</i> (Фітоспорин-М) (2,5 л/т)	2,70	38 340	29 635	8 705	10 975	29,4

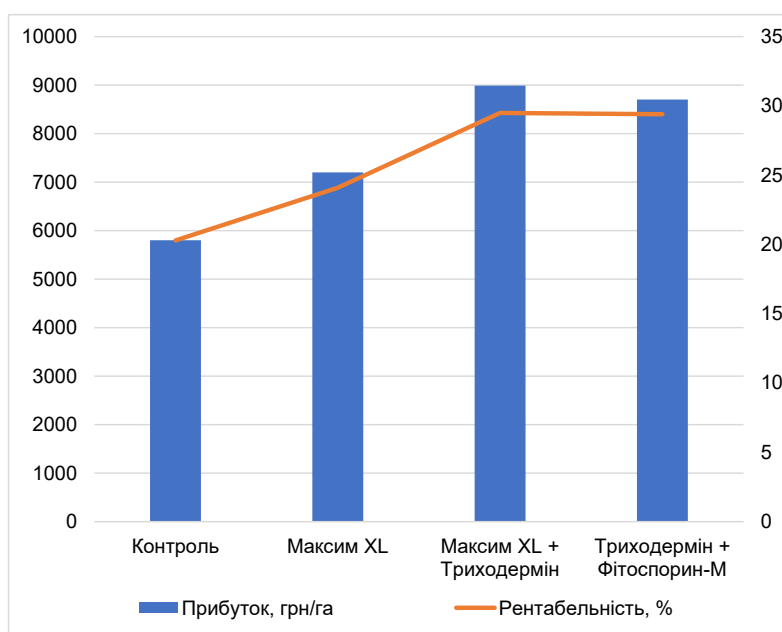


Рис. 1. Порівняння прибутку та рентабельності обробки насіння гороху підзимнього строку сівби (сорт Мороз) в умовах ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області, середнє 2024–2025 рр.

забезпечує максимальну економічну ефективність вирощування культури (рис. 1).

Графічний аналіз отриманих даних підтверджує, що застосування різних способів передпосівної обробки насіння впливало як на рівень прибутку, так і на рентабельність виробництва. У контрольному варіанті, де насіння не оброблялося, прибуток становив 5804 грн/га, а рентабельність – 20,3%. Використання хімічного протруйника Максим XL підвищувало прибуток до 7202 грн/га і рентабельність до 24,1%, що свідчить про економічну доцільність його застосування.

Поєднання Максим XL із біологічним препаратом Триходермін забезпечило максимальний економічний ефект: прибуток зріс до 8991 грн/га, а рентабельність до 29,5%. Це демонструє синергетичну дію комбінованої обробки на продуктивність та ефективність виробництва. Використання лише біологічних препаратів Триходермін і Фітоспорин-М дало прибуток 8705 грн/га при рентабельності 29,4%, що практично не відрізняється від комбінованого варіанту, підтверджуючи високий потенціал біологічних засобів для зменшення витрат і підвищення стійкості посівів.

Таким чином, порівняння прибутку та рентабельності свідчить про те, що інтегроване застосування хімічного та біологічного протруйників є найбільш ефективним способом підвищення економічної ефективності виробництва гороху, тоді як використання виключно біологічних препаратів також забезпечує високий рівень рентабельності і може бути пріоритетним у системах органічного землеробства.

Отже, сучасні методи передпосівної обробки насіння гороху, що включають системний фунгіцид та біологічні препарати на основі *Trichoderma spp.* і *Bacillus subtilis*, є ефективними як з точки зору формування структури врожаю, так і з економічної перспективи, забезпечуючи підвищення продуктивності та прибутковості виробництва.

Висновки. Встановлено, що передпосівна обробка насіння гороху фунгіцидним протруйником Максим XL та комбіноване застосування з біологічним препаратом Триходермін, суттєво підвищує польову схожість насіння, густоту сходів та здоров'я рослин у ранніх фазах росту. Використання фунгіцидного та біологічного обробітку, зменшує ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю. Максимальний ефект спостерігався у комбінованому варіанті, де ураження знизилося майже в 10 разів порівняно з контролем.

Інтегроване застосування хімічного та біологічного протруйників є найбільш ефективним способом підвищення продуктивності, економічної ефективності та стійкості посівів озимого гороху у Лісостеповій зоні України. Обробка насіння сприяла підвищенню кількості бобів на рослині, кількості насіння в бобі та його маси. Найвищі показники були отримані при комбінованому використанні Максим XL і Триходерміну, що призвело до збільшення маси 1000 насінин та загальної урожайності.

Комбіноване протруювання забезпечує найбільший прибуток і рентабельність (прибуток – 8991 грн/га, рентабельність – 29,5%). Використання лише біологічних препаратів (Триходермін + Фітоспорин-М) також демонструє високий економічний ефект (прибуток – 8705 грн/га, рентабельність – 29,4%), підтверджуючи їх доцільність у системах органічного та інтегрованого землеробства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2015. 808 с.
2. Кирик М. М., Гончаренко Н. А., Каленська С. М. Захист зернобобових культур від хвороб і шкідників. Київ : ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2018. 256 с.
3. Каленська С. М. Технології вирощування зернобобових культур в Україні. Київ : Аграрна наука, 2016. 312 с.
4. Гончаренко Н. А. Фузаріозні кореневі гнилі гороху та заходи обмеження їх розвитку в Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2010. Вип. 56. С. 89–96.
5. Панасюк О. В. Вплив попередників на фітосанітарний стан посівів гороху. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 7. С. 32–38.
6. Дядечко М. П., Круть М. В., Чайка В. М. Інтегрований захист польових культур. Київ : Аграрна наука, 2014. 432 с.
7. Інститут захисту рослин НААН. Фітосанітарний стан агроценозів України : науково-аналітичний огляд. Київ, 2020. 68 с.
8. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ, 2022. 1040 с.
9. Harman G. E., Doni F., Khadka R. B., Uphoff N. Endophytic strains of *Trichoderma* increase plants' photosynthetic capacity. *Journal of Plant Physiology*. 2021. Vol. 256. P. 153–159.
10. Köhl J., Kolnaar R., Ravensberg W. J. Mode of action of microbial biological control agents. *BioControl*. 2019. Vol. 64. P. 1–17.

REFERENCES:

1. Lykhochvor, V. V. (2015). *Roslynnytstvo. Tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur [Crop production. Crop growing technologies]*. Lviv : NVF «Ukrainski tekhnologii», 808 [in Ukrainian].
2. Kyryk, M. M., Honcharenko, N. A., & Kalenska, S. M. (2018). *Zakhyst zernobobovykh kultur vid khvorob i shkidnykiv [Protection of legume crops from diseases and pests]*. Kyiv : NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 256 [in Ukrainian].
3. Kalenska, S. M. (2016). *Tekhnologii vyroshchuvannya zernobobovykh kultur v Ukraini [Technologies of growing leguminous crops in Ukraine]*. Kyiv : Aharna nauka, 312 [in Ukrainian]. Kyiv : Agrarian Science, 312 [in Ukrainian].
4. Honcharenko, N. A. (2010). *Fuzariozni korenevi hnyli horokhu ta zakhody obmezhenia yikh rozvytku v Lisostepu Ukrainy [Fusarium root rots of peas and methods of their control in the Forest-Steppe of Ukraine]*. *Plant Protection and Quarantine*, 56, 89–96 [in Ukrainian].
5. Panasiuk, O. V. (2019). *Vplyv poperednykiv na fitosanitarnyi stan posiviv horokhu [Influence of crop predecessors on phytosanitary condition of pea crops]*. *Bulletin of Agricultural Science*, 7, 32–38 [in Ukrainian].
6. Diadechko, M. P., Krut, M. V., & Chaika, V. M. (2014). *Intehrovanyi zakhyst polovykh kultur [Integrated crop protection]*. Kyiv : Aharna Nauka, 432 [in Ukrainian].
7. Instytut zakhystu roslyn NAAN [Institute of Plant Protection of the NAAS]. (2020). *Phytosanitary condition of agroecosystems of Ukraine [Fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv Ukrainy]*. Kyiv, 68 [in Ukrainian].
8. Ministerstvo ahramoi polityky ta prodovolstva Ukrainy [Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. (2022). *List of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine [Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini]*. Kyiv, 1040 [in Ukrainian].
9. Harman, G. E., Doni, F., Khadka, R. B., & Uphoff, N. (2021). Endophytic strains of *Trichoderma* increase plants' photosynthetic capacity. *Journal of Plant Physiology*, 256, 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153159>.
10. Köhl, J., Kolnaar, R., & Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents. *BioControl*, 64, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-9873-9>.

Кривенко А.І., Усов Р.М. Хвороби кореневої системи гороху підзимнього строку сівби та оптимізація заходів захисту у зоні Лісостепу України

Метою статті є наукове обґрунтування ефективності сучасних методів передпосівної обробки насіння гороху з використанням системних фунгіцидних протруйників і біологічних препаратів на основі *Trichoderma* spp. та *Bacillus subtilis* у зниженні розвитку хвороб кореневої системи, покращенні фітосанітарного стану посівів і підвищенні врожайності культури в умовах Лісостепу України з урахуванням вимог інтегрованого захисту рослин та екологічної безпеки агроценозів. **Методи.** Було закладено польовий дрібноділяночний дослід в умовах польової сівозміни ТОВ «СИЛІКАТ-1» Черкаської області. Повторюваність дослідів – чотириразова, розміщення варіантів – суцільне. Загальна площа ділянки становила 200 м², облікова – 100 м². **Результати дослідження.** Інтегроване застосування хімічного та біологічного протруйників є найбільш ефективним способом підвищення продуктивності, економічної ефективності та стійкості посівів озимого гороху у Лісостеповій зоні України. Обробка насіння сприяла підвищенню кількості бобів на рослині, кількості насіння в бобі та його маси. Найвищі показники були отримані при комбінованому використанні Максим XL і Триходерміну, що призвело до збільшення маси 1000 насінин та загальної урожайності. На варіантах із комбінованою обробкою (Максим XL + Триходермін) середня кількість бобів на рослині досягла 4,2 шт., кількість насінин у бобі – 3,8 шт., маса насіння в бобі – 3,05 г, а маса 1000 насінин – 215 г. Встановлено, що кількість бульбочок на корінцях у фазі 3-х пар листків залишалась стабільною на всіх варіантах (20,5–21,2 шт.), що свідчить про відсутність пригнічувального впливу протруйника на азотофіксуючі бактерії. Обробка насіння Максим XL ефективно зменшувала ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю: на фазі 2–3 пар листків ураження на контролі становило 8,4%, на варіанті з Максим XL – 1,5%, а при комбінованій обробці – 0,9%. У фазі цвітіння біологічна ефективність протруйника зменшувалась до 26,1%, а комбінованої обробки – до 27,8%, що демонструє високий захисний ефект на ранніх етапах росту та розвитку рослин. Урожайність гороху також підвищувалася залежно від обробки насіння. На контролі вона склала 2,42 т/га, при обробці Максим XL – 2,61 т/га (+0,19 т/га, або 7,8%), а при комбінованій обробці Максим XL + Триходермін – 2,78 т/га (+0,36 т/га, або 14,9%). Біологізована обробка лише біопрепаратами показала позитивний ефект, але менш виражений порівняно з комбінацією хімічного та біологічного засобу (+0,13–0,18 т/га, або 5,5–7,5%). Ці показники, свідчать про кращу продуктивність та потенційний приріст урожаю порівняно з контролем та варіантом із лише хімічними протруйниками. **Висновки:** встановлено, що передпосівна обробка насіння гороху фунгіцидним протруйником Максим XL та комбіноване застосування з біологічним препаратом Триходермін, суттєво підвищує польову схожість насіння, густоту сходів та здоров'я рослин у ранніх фазах росту. Використання фунгіцидного та біологічного обробітку, зменшує ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю. Максимальний ефект спостерігався у комбінованому варіанті, де ураження знизилася майже в 10 разів порівняно з контролем. Інтегроване застосування хімічного та біологічного протруйників є найбільш ефективним способом підвищення продуктивності, економічної ефективності та стійкості посівів озимого гороху у Лісостеповій зоні

України. Обробка насіння сприяла підвищенню кількості бобів на рослині, кількості насіння в бобі та його маси. Найвищі показники були отримані при комбінованому використанні Максим XL і Триходерміну, що призвело до збільшення маси 1000 насінин та загальної урожайності. Комбіноване протруювання забезпечує найбільший прибуток і рентабельність (прибуток – 8991 грн/га, рентабельність – 29,5%). Використання лише біологічних препаратів (Триходермін + Фітоспорин-М) також демонструє високий економічний ефект (прибуток – 8705 грн/га, рентабельність – 29,4%), підтверджуючи їх доцільність у системах органічного та інтегрованого землеробства.

Ключові слова: горох (*Pisum sativum* L.), урожайність, протруйник, маса 1000 насінин, кількість бобів на рослині, польова схожість насіння, собівартість продукції, рентабельність.

Kryvenko A.I., Usov R.M. Root system diseases of winter-sown peas and optimization of protection measures in the Forest-Steppe zone of Ukraine

The aim of the article is to scientifically substantiate the effectiveness of modern methods of pre-sowing treatment of pea seeds using systemic fungicidal agents and biological preparations based on *Trichoderma* spp. and *Bacillus subtilis* in reducing the development of root system diseases, improving the phytosanitary condition of crops and increasing crop yields in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, taking into account the requirements of integrated plant protection and ecological safety of agroecosystems. **Methods.** A field small-plot experiment was established in the field crop rotation conditions of LLC "SILIKAT-1" of Cherkasy region. The repeatability of the experiment was fourfold, the placement of variants was continuous. The total area of the plot was 200 m², the accounting area was 100 m². **Research results.** Integrated use of chemical and biological pesticides is the most effective way to increase productivity, economic efficiency and sustainability of winter pea crops in the Forest-Steppe zone of Ukraine. Seed treatment contributed to an increase in the number of beans per plant, the number of seeds in the bean and its weight. The highest indicators were obtained with the combined use of Maxim XL and Trichodermin, which led to an increase in the weight of 1000 seeds and total yield. In the variants with combined treatment (Maxim XL + Trichodermin), the average number of beans per plant reached 4.2 pcs., the number of seeds per bean – 3.8 pcs., the mass of seeds per bean – 3.05 g, and the mass of 1000 seeds – 215 g. It was found that the number of nodules on the roots in the phase of 3 pairs of leaves remained stable in all variants (20.5–21.2 pcs.), which indicates the absence of an inhibitory effect of the fungicide on nitrogen-fixing bacteria. Seed treatment with Maxim XL effectively reduced plant damage by fusarium root rot: in the phase of 2–3 pairs of leaves, the damage in the control was 8.4%, in the variant with Maxim XL – 1.5%, and in the combined treatment – 0.9%. In the flowering phase, the biological efficiency of the insecticide decreased to 26.1%, and in the combined treatment – to 27.8%, which demonstrates a high protective effect in the early stages of plant growth and development. Pea yield also increased depending on seed treatment. In the control, it was 2.42 t/ha, in the Maxim XL treatment – 2.61 t/ha (+0.19 t/ha, or 7.8%), and in the combined treatment of Maxim XL + Trichodermin – 2.78 t/ha (+0.36 t/ha, or 14.9%). Biologized treatment with only biological preparations

showed a positive effect, but less pronounced compared to the combination of chemical and biological agents (+0.13–0.18 t/ha, or 5.5–7.5%). These indicators indicate better productivity and potential yield increase compared to the control and the option with only chemical treatment.

Conclusions. It was found that pre-sowing treatment of pea seeds with the fungicidal drug Maxim XL and combined use with the biological drug Trichodermin significantly increases field germination of seeds, seedling density and plant health in the early growth phases. The use of fungicidal and biological treatment reduces plant damage by Fusarium root rot. The maximum effect was observed in the combined version, where the damage decreased almost 10 times compared to the control. Integrated use of chemical and biological treatments is the most effective way to increase productivity, economic efficiency and

stability of winter pea crops in the Forest-Steppe zone of Ukraine. Seed treatment contributed to an increase in the number of beans per plant, the number of seeds in a bean and its weight. The highest indicators were obtained with the combined use of Maxim XL and Trichodermin, which led to an increase in the weight of 1000 seeds and total yield. Combined treatment provides the highest profit and profitability (profit – 8991 UAH/ha, profitability – 29.5%). The use of only biological preparations (Trichodermin + Fitosporin-M) also demonstrates a high economic effect (profit – 8705 UAH/ha, profitability – 29.4%), confirming their feasibility in organic and integrated farming systems.

Key words: peas (*Pisum sativum* L.), yield, pesticide, 1000-seed weight, number of beans per plant, field seed germination, cost of production, profitability.

Дата першого надходження статті до видання: 20.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.09.2026