

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ПОСПЕЛОВА Г.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-8030-1166

Полтавський державний аграрний університет

ШЕРЕШИЛО О.О. – аспірант кафедри захист рослин

orcid.org/0009-0004-9813-3342

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є стратегічно важливою білково-олійною культурою, стабільність урожаїв якої значною мірою залежить від умов вирощування [1]. Глобальні зміни клімату, що супроводжуються тривалими періодами ґрунтової та повітряної посухи у поєднанні з температурним стресом, призводять до зниження імунного потенціалу рослин. За таких гідротермічних стресів особливої ваги набуває здатність культури до адаптації. Як наслідок значно зростає шкодочинність насіннєвої та ґрунтової інфекцій, розвиток яких тісно пов'язаний з агрокліматичними факторами. Серед домінуючих патогенів найчастіше виділяють збудників кореневих гнилей, фузаріозу, альтернаріозу, септоріозу та бактеріозів, які здатні викликати масову загибель проростків і суттєво знижувати густоту стояння рослин [2, 3]. Довгий час основним методом контролю фітопатогенів залишалося використання хімічних фунгіцидів [4]. Однак їх застосування часто супроводжується фітотоксичним (ретардантним) впливом на рослини на початкових етапах онтогенезу, особливо за умов дефіциту вологи. Крім того, традиційні хімічні протруйники часто демонструють недостатню або низьку ефективність проти бактеріальних збудників, які дедалі частіше домінують у патогенному комплексі насіння сої. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку та впровадження альтернативних, екологічно безпечних систем захисту рослин. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є стратегічно важливою білково-олійною культурою, стабільність урожаїв якої значною мірою залежить від умов вирощування. Глобальні зміни клімату, що супроводжуються тривалими періодами ґрунтової та повітряної посухи у поєднанні з температурним стресом, призводять до зниження імунного потенціалу рослин. За таких гідротермічних стресів особливої ваги набуває здатність культури до адаптації. Як наслідок значно зростає шкодочинність насіннєвої та ґрунтової інфекцій, розвиток яких тісно пов'язаний з агрокліматичними факторами. Серед домінуючих патогенів найчастіше виділяють збудників кореневих гнилей, фузаріозу, альтернаріозу, септоріозу та бактеріозів, які здатні викликати масову загибель проростків і суттєво знижувати густоту стояння рослин. Довгий час основним методом контролю фітопатогенів залишалося використання хімічних фунгіцидів. Однак їх застосування часто супроводжується фітотоксичним

(ретардантним) впливом на рослини на початкових етапах онтогенезу, особливо за умов дефіциту вологи. Крім того, традиційні хімічні протруйники часто демонструють недостатню або низьку ефективність проти бактеріальних збудників, які дедалі частіше домінують у патогенному комплексі насіння сої. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку та впровадження альтернативних, екологічно безпечних систем захисту рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як свідчать результати сучасних досліджень [5], комбінована дія абіотичних факторів критично впливає на ростові процеси сої, а адаптація культури може регулюватися за допомогою біологічних препаратів [6, 7]. Дослідженнями [8, 9] доведено тісний зв'язок розвитку інфекцій з агрокліматичними чинниками та підтверджено зростання частки бактеріальних збудників, проти яких хімічні протруйники є малоефективними [10]. Висвітлюючи проблеми фітопатогенного комплексу сої, Голяничук Ю., Косилович Р., Поспелова Г. та Нечипоренко Н. вказують на негативний вплив кореневих гнилей та інших хвороботворних організмів на густоту стояння рослин [2; 11], а Кирик М., Піковський М. та ін. [3] акцентують увагу на ретардантній дії хімічних фунгіцидів за дефіциту вологи. У зв'язку з цим у світовій і вітчизняній агрономічній практиці відбувається активний перехід до систем біологічного захисту рослин, де використання мікроорганізмів-антагоністів розглядається як високоефективна альтернатива хімічним пестицидам [12]. Особливу увагу науковців привертають гриби роду *Trichoderma* та бактерії роду *Bacillus*. Гриби *Trichoderma* spp. відомі здатністю до мікопаразитизму, конкуренції за поживні речовини та синтезу антифунгальних метаболітів [12], тоді як штами *Bacillus* spp. ефективно пригнічують грибні й бактеріальні патогени шляхом продукування ліпопептидів і ферментів, стимулюючи системну резистентність та ростові процеси сої [13].

Мета досліджень – наукове обґрунтування та порівняльна оцінка ефективності хімічних та біологічних систем фунгіцидного захисту сої для покращення фітосанітарного стану посівів і підвищення продуктивності сортів в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися протягом 2024-2025 рр. в умовах



Кременчуцького району Полтавської області, в зоні Лівобережного Лісостепу України.

Двофакторний польовий дослід закладали методом рандомізованих блоків у чотирьох повтореннях. Облікова площа кожної ділянки становила 10 м². Схема досліджу передбачала вивчення впливу сортових особливостей та передпосівної обробки насіння на фітосанітарний стан і продуктивність культури (табл. 1) [14].

Таблиця 1

Схема двофакторного польового досліджу

Фактор А (сорт сої)	Фактор В (варіант передпосівної обробки насіння)
Антрацит	1. Контроль (обробка водою)
	2. Максим XL, т.к.с. (1,0 л/т)
	3. Трихофіт, р. (2,0 л/т) + Фітоцид, р. (0,6 л/т)
Аннушка	1. Контроль (обробка водою)
	2. Максим XL, т.к.с. (1,0 л/т)
	3. Трихофіт, р. (2,0 л/т) + Фітоцид, р. (0,6 л/т)

Агротехніка вирощування сої в досліді була загальноприйнятною для зони Лівобережного Лісостепу. Усі варіанти передпосівної обробки насіння досліджували хімічними та біологічними препаратами здійснювали на єдиному загальному фоні інокуляції препаратом Оптимайз 400, РК (1,8 л/т).

Польовий фітосанітарний моніторинг агроценозів здійснювали у ключові фази онтогенезу культури: сході, 3-4 справжніх листки, цвітіння – початок утворення бобів, дозрівання. Поширеність хвороб розраховували за формулою: $P = (n / N) \times 100$, де P – поширеність хвороби, %; n – кількість уражених рослин; N – загальна кількість обстежених рослин. Інтенсивність розвитку хвороби визначали за формулою: $I = \sum(a \times b) / N$, де I – інтенсивність розвитку хвороби, %; a – кількість рослин із відповідним ступенем ураження; b – відсоток ураженої поверхні; N – загальна кількість обстежених рослин [15].

Облік біометричних і продуктивних показників (висота рослин, збереженість до збирання, кількість бобів і зернівок на рослині, маса 1000 насінин) та визначення біологічної й фактичної урожайності проводили за загальноприйнятими методиками сортопробування сільськогосподарських культур. Агрокліматичний аналіз умов вегетації здійснювали з розрахунком гідротермічного коефіцієнта (ГТК).

Статистичну обробку результатів досліджень проводили методом двофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Достовірність різниці між варіантами оцінювали за критерієм найменшої істотної різниці (HIP_{05}) для головних ефектів (сорт, варіант передпосівної обробки насіння) та їх взаємодії. Аналітичні розрахунки, побудову кореляційних матриць зв'язку між погодними умовами, ураженістю та продуктивністю, а також графічну візуалізацію даних виконували в середовищі програмування R [16].

Результати досліджень. Агрокліматичні умови років проведення досліджень істотно відрізнялися за температурним режимом і рівнем зволоження, що відповідало загальним тенденціям. Вегетаційний період 2024 р. характеризувався вираженим дефіцитом опадів, особливо

в липні–серпні, коли ГТК становив 0,00–0,01, що свідчило про гостру посуху (рис. 1).

Лише червень мав достатній рівень зволоження за рахунок значної кількості опадів, де ГТК дорівнював 1,46. У цілому за травень–вересень 2024 р. розрахунковий ГТК становив 0,34, що вказує на посушливі умови вегетації сої. Погодні умови 2025 р. виявилися менш жорсткими: травень характеризувався достатнім зволоженням (ГТК = 1,30), липень – близьким до оптимального (ГТК = 0,97), однак у червні, серпні та вересні відмічався дефіцит вологи. За весь період вегетації травень–вересень 2025 р. розрахунковий ГТК становив 0,70, що відповідає недостатньому зволоженню.

Відмінності погодних умов попередніх років вирощування вплинули на формування насінневого матеріалу та його вихідний фітосанітарний стан. Фітопатологічна діагностика показала, що сорти сої характеризувалися різним рівнем загальної інфікованості насіння (рис. 1). Сорт Антрацит мав вище патогенне навантаження: загальна інфікованість насіння становила 30,5 % у 2024 р. та 34,0 % у 2025 р., що формувало підвищений очікуваний рівень фітосанітарного ризику. Насіння сорту Аннушка відзначалося дещо кращими показниками: інфікованість перебувала на рівні 26,5 % у 2024 р. (середній ризик) та 29,5 % у 2025 р. (від середнього до підвищеного ризику).

У структурі патогенного комплексу обох сортів абсолютно домінувала грибна інфекція, частка якої варіювала від 20,0 % до 25,5 % залежно від сорту та року досліджень. Бактеріальна інфекція діагностувалася значно рідше – в межах 2,5–3,8 %, а частка змішаної інфекції становила 4,0–4,7 %. Перед сівбою лабораторна схожість насіння перебувала в межах 82,0–84,5 % для сорту Антрацит і 84,0–86,0 % для сорту Аннушка. Отримані результати підтвердили необхідність застосування ефективних засобів передпосівного захисту для контролю переважно грибного комплексу з одночасною дією проти бактеріальних збудників.

Польовий фітосанітарний моніторинг засвідчив, що інтенсивність ураження рослин сої хворобами впродовж вегетації істотно залежала від варіанта передпосівної обробки насіння (рис. 2).

У фазу 3–4 справжніх листків поширеність кореневих гнилей на контрольних ділянках становила від 7,6 % до 10,5 % залежно від сорту та погодних умов року вирощування. Високий рівень ураження на початкових етапах розвитку тісно корелював з агрокліматичними стресорами. Дефіцит вологи у поєднанні з температурним стресом істотно пригнічував ростові процеси та знижував природний імунітет проростків. За таких умов сорт Антрацит, який мав вище вихідне інфекційне навантаження насіння, виявився більш вразливим до ґрунтових і насінневих патогенів, що й зумовило максимальні показники поширеності кореневих гнилей на його контрольних ділянках порівняно з сортом Аннушка.

Застосування хімічного еталона (Максим XL, т.к.с.) дозволило знизити цей показник до 2,1–2,8 %. Водночас комплексна біологізована обробка насіння композицією Трихофіт, р.+Фітоцид, р. продемонструвала еквівалентний захисний ефект, обмеживши поширеність кореневих гнилей на рівні 2,1–2,8 %. Технічна ефективність як

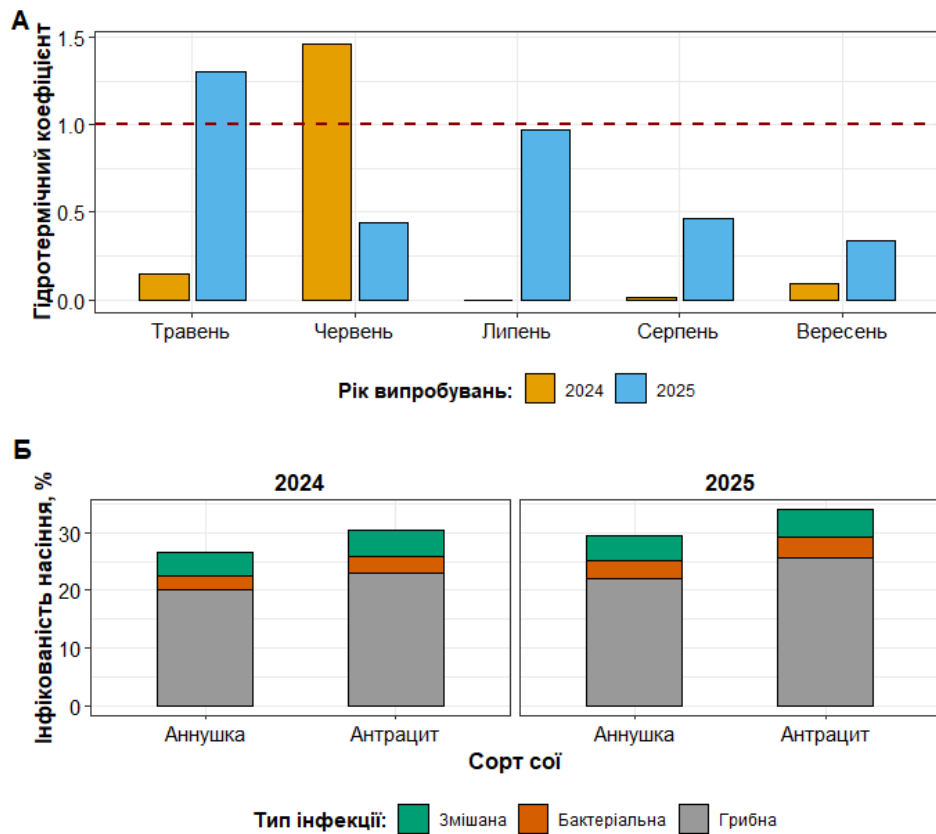


Рис. 1. Агрокліматичні умови вегетаційного періоду (А) та вихідна структура насіннєвої інфекції сортів сої (Б), 2024-2025 рр.

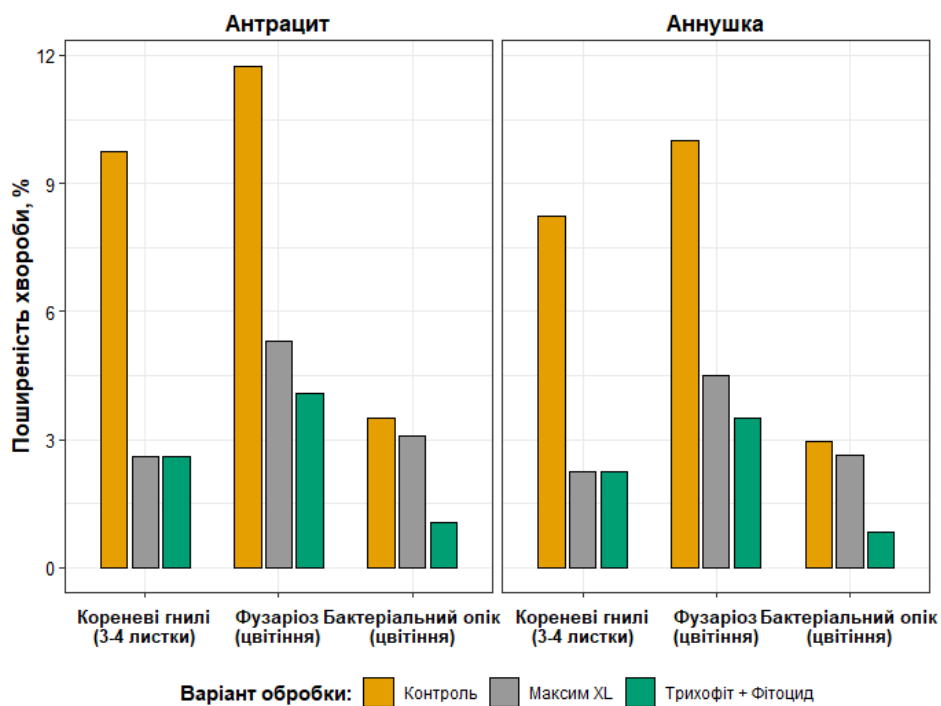


Рис. 2. Динаміка поширеності основних хвороб сої залежно від сорту та варіанта передпосівної обробки насіння, середнє за 2024-2025 рр.

хімічного, так і комплексного біологічного препаратів проти корневих гнилей на цьому етапі була практично однаковою і досягала 72-73 %.

У пізніші фази онтогенезу (цвітіння – початок утворення бобів) спостерігалось активне наростання інфекційного фону. Поширеність фузаріозу в контрольному варіанті сягала 9,8-12,0 %. Обидва дослідні маркерні препарати (Максим XL, т.к.с. і композиція Трихофіт, р. + Фітоцид, р.) ефективно стримували розвиток патогену – до 4,4-5,4 % та 3,4-4,2 % відповідно. Проте ключова перевага біологічного підходу виявилася у контролі бактеріальної інфекції. Тоді як хімічний протруйник слабо пригнічував збудників бактеріозу (поширеність становила 1,9-4,0 %), спільний вплив біопрепаратів Трихофіт, р. і Фітоцид, р. забезпечив зниження прояву хвороби до мінімальних 0,6-1,3 %.

Такий синергічний ефект зумовлений відмінностями у механізмах дії препаратів. Хімічний еталон, будучи спеціалізованим фунгіцидом, ефективно блокує грибні інфекції, але не має бактерицидних властивостей. Натомість біологічна композиція забезпечує подвійний контроль: гриби роду *Trichoderma* (Трихофіт, р.) діють як активні конкуренти та гіперпаразити мікроміцетів, а бактеріальні агенти (Фітоцид, р.) продукують специфічні метаболіти й ферменти, які пригнічують розвиток бактеріальних патогенів. Спільне застосування цих препаратів дозволяє сформувати комплексний захисний бар'єр у ризосфері рослини на найбільш вразливих етапах її розвитку.

Комплексне зниження фітопатогенного навантаження закономірно відобразилося на підсумковому показнику збереженості рослин до збирання. Якщо на контролі він варіював у межах 85,0-90,0 %, то застосування композиції Трихофіт, р. + Фітоцид, р. забезпечило максимальне збереження густоти стояння рослин на рівні 93,0-97,0 %, що перевищувало показники ділянок із застосуванням хімічного еталона (88,0-93,0 %).

Важливим критерієм оцінювання ефективності передпосівної обробки є не лише стримування поширення інфекції, а й пригнічення інтенсивності розвитку хвороби на вже уражених тканинах (рис. 3).

Моніторинг корневих гнилей у фази сходів та 3-4 справжніх листків виявив суттєві відмінності між хімічним і біологічним захистом. На контрольних ділянках інтенсивність розвитку корневих гнилей у фазу 3-4 листків сягала 3,0-4,2 % залежно від сорту та року. Застосування препарату Максим XL знижувало цей показник до 1,1-1,6 %. Разом з тим, композиція Трихофіт, р. + Фітоцид, р. продемонструвала найвищу фунгістатичну активність: за однакової з хімічним еталом поширеності хвороби, інтенсивність її розвитку була вдвічі нижчою і становила лише 0,6-0,8 %. Це свідчить про активний розвиток біологічних агентів в зоні ризосфери, що попереджує подальше поширення патогенного міцелію всередину тканин рослини.

Зниження інфекційного навантаження впродовж вегетації закономірно трансформувалося у підвищення

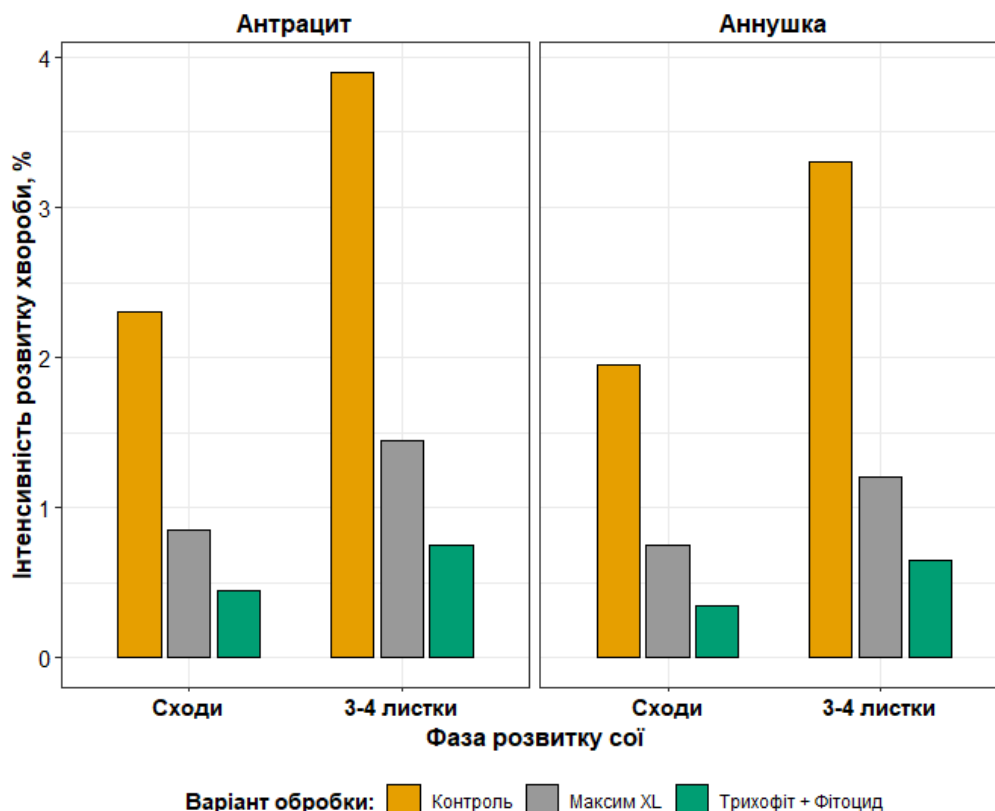


Рис. 3. Динаміка інтенсивності розвитку кореневої гнилі сої залежно від сорту та варіанта передпосівної обробки насіння, середнє за 2024-2025 рр.

Таблиця 2

Продуктивність сої та посівні якості насіння нового врожаю залежно від варіанта передпосівної обробки, 2024-2025 рр.

Рік	Сорт (фактор А)	Варіант обробки (фактор В)	Урожайність, т/га	Маса 1000 насінин, г	Лабораторна схожість, %	Загальна зараженість, %
2024	Антрацит	Контроль	1,63	154	82,0	29,5
		Максим XL, т.к.с.	1,85	158	84,0	24,5
		Трихофіт, р. + Фітоцид, р.	2,38	165	88,0	18,5
	Аннушка	Контроль	1,83	156	84,0	26,0
		Максим XL, т.к.с.	2,06	159	86,0	21,8
		Трихофіт, р. + Фітоцид, р.	2,52	164	90,0	16,5
		HIP ₀₅ (A)	0,08	1,4	1,2	1,6
		HIP ₀₅ (B)	0,11	1,8	1,7	2,1
2025		HIP ₀₅ (AB)	0,18	2,7	2,5	3,4
	Антрацит	Контроль	1,88	155	84,0	33,5
		Максим XL, т.к.с.	2,12	160	86,0	28,0
		Трихофіт, р. + Фітоцид, р.	2,60	165	90,0	21,5
	Аннушка	Контроль	2,03	155	86,0	30,0
		Максим XL, т.к.с.	2,27	158	88,0	25,0
		Трихофіт, р. + Фітоцид, р.	2,76	162	92,0	19,5
		HIP ₀₅ (A)	0,09	1,5	1,3	1,8
		HIP ₀₅ (B)	0,12	1,9	1,8	2,4
		HIP ₀₅ (AB)	0,20	2,9	2,7	3,7

продуктивності рослин сої (табл. 2). Найвищі показники урожайності обох сортів незалежно від умов зволоження забезпечило застосування біологічної композиції Трихофіт, р + Фітоцид, р.

Так, для сорту Аннушка урожайність з облікової ділянки у цьому варіанті становила 2,52 т/га у посушливому 2024 р. та 2,76 т/га у 2025 р., що достовірно перевищувало не лише контрольні показники, а й результати застосування хімічного еталона. Сорт Антрацит формував дещо нижчий рівень продуктивності, однак тенденція зберігалася: максимальну урожайність отримано саме за комплексної біологічної обробки. Такий істотний приріст урожайності став можливим завдяки оптимізації ключових елементів структури врожаю. По-перше, ефективне пригнічення кореневих гнилей забезпечило кращу збереженість рослин до збирання. По-друге, відсутність фітотоксичного стресу від протруйника та рістстимулююча дія мікроорганізмів сприяли активнішому формуванню генеративних органів – збільшенню кількості бобів і їх озерненості на рослині. При цьому, здоровіша коренева система та збережений асиміляційний апарат дозволили рослинам краще реалізувати потенціал наливу зерна навіть за умов водного дефіциту. Це чітко підтверджується зростанням маси 1000 насінин: у варіантах із біокомпозицією цей показник досягав 162-165 г порівняно з 154-156 г на контролі.

Окрім прямого впливу на продуктивність, передпосівний захист мав виражену післядію на фітосанітарну якість насіння нового врожаю. Фітоекспертиза насіння показала, що в контрольному варіанті загальна зараженість свіжо-зібраного насіння становила 26,0-33,5 %. Водночас на ділянках, де застосовували композицію Трихофіт, р. + Фітоцид, р., цей показник істотно знизився до 16,5-21,5 %, що перевищує похибку досліду (HIP₀₅ = 1,6-3,7 %, табл. 2).

Проведений двофакторний дисперсійний аналіз довів статистичну значущість впливу дослідних факторів. Приріст урожайності та покращення посівних якостей за передпосівної обробки біопрепаратами суттєво перевищували змодельований показник найменшої істотної різниці (HIP₀₅) як для головних ефектів (сорт, обробка), так і для їх взаємодії.

Аналіз технічної ефективності препаратів проти кореневих гнилей у фазу 3-4 справжніх листків засвідчив, що хімічний еталон (Максим XL, т.к.с.) та комплексна біологізована обробка (Трихофіт, р. + Фітоцид, р.) забезпечили практично еквівалентний рівень фунгіцидного захисту. Залежно від сорту й агрокліматичних умов року, технічна ефективність обох варіантів стабільно перебувала на рівні 71,9-73,3 % (рис. 4).

Однак ключова відмінність між досліджуваними системами захисту виявилася у показнику приросту урожайності відносно контролю. Застосування базового хімічного

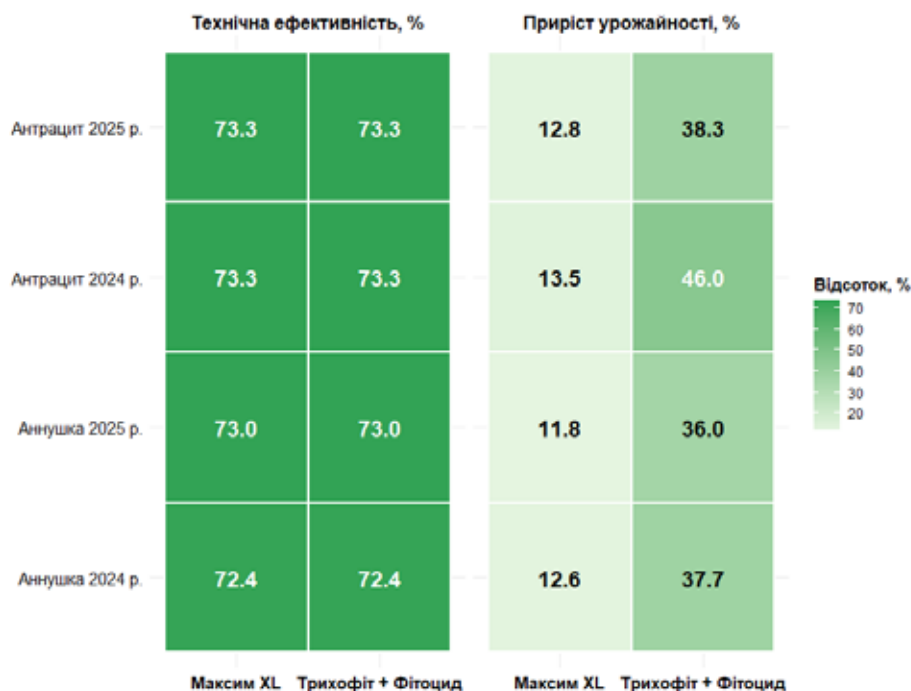


Рис. 4. Теплова карта ефективності застосування передпосівної обробки насіння сої

протруйника дозволило забезпечити збереження врожаю, що відобразилося у прирості продуктивності на рівні 11,8-13,5 %. Поряд з цим, композиція біопрепаратів Трихофіт, р. і Фітоцид, р. продемонструвала яскраво виражений рістстимулюючий ефект, забезпечивши приріст урожайності від 36,0 % до 46,0 % відносно контролю.

Такий розрив у продуктивності за однакового рівня контролю кореневих гнилей переконливо свідчить про те, що біологічні препарати не викликають ретардантного стресу на молоді проростки, який часто супроводжує дію хімічних фунгіцидів. Крім того, зниження частки бактеріальної інфекції за комплексної біологізованої обробки створює сприятливіші умови для реалізації біологічного потенціалу сортів сої як в умовах гострої посухи 2024 р., так і за недостатнього зволоження 2025 р.

Висновки

Встановлено, що за умов гідротермічних стресів комплексне застосування біопрепаратів Трихофіт, р. і Фітоцид, р. є високоефективною екологічною альтернативою хімічному захисту насіння сої. Біологічна композиція забезпечила технічну ефективність проти грибних кореневих гнилей на рівні 71,9-73,3 %, що еквівалентно дії базового фунгіциду Максим XL, т.к.с. та продемонструвала абсолютну перевагу на контролі бактеріозу, знизивши його поширеність до 0,6-1,3 %. Завдяки відсутності ретардантного впливу та прояву рістстимулюючого ефекту, біологічний захист сприяв формуванню достовірного приросту урожайності на 36,0-46,0 % до контролю (загальна урожайність сягала 2,38-2,76 т/га залежно від сорту), а хімічний еталон забезпечив приріст на 11,8-13,5 %. Доведено пролонговану фітосанітарну післядію біопрепаратів, що сприяла істотному підвищенню посівних якостей нового врожаю: загальна зараженість свіжозібраного насіння знизилася до 16,5-21,5 %, а лабораторна схожість зросла до 88,0-92,0 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коробка А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 125–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098>
2. Голянчук Ю., Косилович Р. Грибні хвороби сої в умовах навчально-методичного центру Аграрного університету. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2019. Вип. 23. С. 170–172. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.170>
3. Піковський М. Ю., Кирик М. М. Хвороби сої: діагностика, особливості розвитку та заходи захисту. *Пропозиція*. 2019. URL: <https://propozitsiya.com/articles/ahrokhimiya-funhitsydy/khvoroby-korenevoyi-systemy-soyi>
4. Притула О. В., Новікова Т. П. Ефективність дії фунгіцидів на посіви сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Таверійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 174–180. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.22>
5. Meta-analysis of drought and heat stress combination impact on crop yield and yield components / I Cohen et al. *Physiologia Plantarum*. 2021. Vol. 171(1). P. 66–76. DOI: <https://doi.org/10.1111/pp1.13203>
6. Чайка Т., Лотиш І. Вплив біопрепаратів на адаптивні властивості сої в органічному землеробстві за умов гідротермічного стресу. *Українська аграрна наука Причорномор'я*. 2025. Вип. 29(2). С. 34–49. DOI: <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/2.2025.34>
7. Absciscic acid and biopreparations as markers of organic soybean adaptation to hydrothermal stress / T. Chaika et al. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2025. Vol. 21(3). P. 76–95. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovid/3.2025.76>

8. Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Кочерга В. Я. Вплив агрокліматичних факторів на розвиток основних хвороб сортів сої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. № 3. С. 45–52. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2020-3\(107\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2020-3(107)-6)
9. Балан Г. О., Ткачик С. О. Кластерний аналіз сортів сої по ураженню хворобами в Причорноморському степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. № 92. С. 52. DOI: <https://doi.org/10.37000/abbsl.2019.92.09>
10. Вплив фунгіцидних протруйників на патогенний комплекс і лабораторну схожість насіння сої / Г. Д. Поспелова та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 72–79. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.08>
11. Фунгіцидний захист посівів сої від кореневих гнилей / Г. Д. Поспелова та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26(3). С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.01>
12. *Trichoderma*: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent / M. Sood et al. *Plants*. 2020. Vol. 9(6). Article number 762. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
13. Effective biocontrol of soybean root rot by a novel bacterial strain *Bacillus siamensis* HT1 / H. He et al. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2023. Vol. 125. Article number 101984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.101984>
14. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2011. 448 с.
15. Основи наукових досліджень в агрономії / В. М. Положенець та ін. Житомир : Рута, 2024. 168 с.
16. R: A Language and Environment for Statistical Computing / R Core Team. Vienna : R Foundation for Statistical Computing, 2024. URL: <https://www.R-project.org/>
1. Korobka, A. A. (2021). Dynamika vyrobnytstva soi v Ukraini ta sviti [Dynamics of soybean production in Ukraine and the world]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 4, 125-134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098> [in Ukrainian].
2. Holianchuk, Yu., & Kosylovych, R. (2019). Hrybni khvoroby soi v umovakh navchalno-metodychnoho tsentru Ahrarnoho universytetu [Fungal diseases of soybeans in the conditions of the educational and methodological center of the Agrarian University]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia*, 23, 170-172. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.170> [in Ukrainian].
3. Pikovskiy, M. Yu., & Kyryk, M. M. (2019). Khvoroby soi: diahnozytika, osoblyvosti rozvytku ta zakhody zakhystu [Diseases of soybeans: diagnosis, features of development and control measures]. *Propozytsiia*. Retrieved from <https://propozytsiia.com/articles/ahrokhimiya-funhitsydy/khvoroby-korenevoyi-systemy-soyi> [in Ukrainian].
4. Prytula, O. V., & Novikova, T. P. (2023). Efektyvnist dii funhitsydiv na posivi soi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The effectiveness of fungicides on soybean crops in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*, 131, 174-180. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.22> [in Ukrainian].
5. Cohen, I., Zandalinas, S. I., Huck, C., Fritsch, F. B., & Mittler, R. (2021). Meta-analysis of drought and heat stress combination impact on crop yield and yield components. *Physiologia Plantarum*, 171(1), 66-76. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13203>
6. Chaika, T., & Lotysh, I. (2025). Vplyv biopreparativ na adaptivni vlastyvoli soi v orhanichnomu zemlerobstvi za umov hidrotermichnoho stresu [The effect of biopreparations on the adaptive properties of soybean in organic farming under hydrothermal stress]. *Ukrainska ahrarna nauka Prychornomoria*, 29(2), 34-49. DOI: <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/2.2025.34> [in Ukrainian].
7. Chaika, T., Korotkova, I., Liashenko, V., Pospelova, H., & Onipko, V. (2025). Absciscic acid and biopreparations as markers of organic soybean adaptation to hydrothermal stress. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 21(3), 76–95. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2025.76> [in Ukrainian].
8. Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., & Kocherha, V. Ya. (2020). Vplyv ahroklimatychnykh faktoriv na rozvytok osnovnykh khvorob sortiv soi [Influence of agroclimatic factors on the development of the main diseases of soybean varieties]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 3, 45-52. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2020-3\(107\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2020-3(107)-6) [in Ukrainian].
9. Balan, H. O., & Tkachyk, S. O. (2019). Klasternyi analiz sortiv soi po urazhenniu khvorobamy v Prychornomorskomu stepu Ukrainy [Cluster analysis of soybean varieties by disease damage in the Black Sea steppe of Ukraine]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 92, 52-58. DOI: <https://doi.org/10.37000/abbsl.2019.92.09> [in Ukrainian].
10. Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Vplyv funhitsydneykh protruynykiv na patohennyi kompleks i laboratornu skhozhist nasinnia soi [Influence of fungicidal protectants on the pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 72-79. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.09> [in Ukrainian].
11. Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., Kocherha, V. Ya., Hrechkosii, A. O., & Skliar, S. S. (2023). Funhitsydneyi zakhyst posiviv soi vid korenevnykh hnylei [Fungicidal protection of soy crops against root rot]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(3), 5-10. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.01> [in Ukrainian].
12. Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). *Trichoderma*: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent. *Plants*, 9(6), 762. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
13. He, H., Zhai, Q., Wang, Y., Gu, X., Pan, H., & Zhang, H. (2023). Effective biocontrol of soybean root rot by a novel bacterial strain *Bacillus siamensis* HT1. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 125, 101984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.101984>
14. Trybel, S. O. (Ed.). (2011). *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and applying pesticides]*. Kyiv: Svit, 448 p. [in Ukrainian].

REFERENCES:

15. Polozhenets, V. M., Nemerytska, L. V., Furdyha, M. M., Stankevych, S. V., & Rozhkova, T. O. (2024). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy: Study guide]*. Zhytomyr: Ruta, 168 p. [in Ukrainian].
16. R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>

Поспелова Г.Д., Шерешило О.О. Фітосанітарний стан і продуктивність сортів сої за різних систем фунгіцидного захисту в умовах Лівобережного Лісостепу України

Мета. Наукове обґрунтування та порівняльна оцінка ефективності хімічних і біологічних систем фунгіцидного захисту сої для покращення фітосанітарного стану посівів і підвищення продуктивності сортів в умовах Лівобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили протягом 2024-2025 рр. у Кременчуцькому районі Полтавської області. Двофакторний польовий дослід закладали методом рандомізованих блоків у чотирьох повтореннях (площа ділянки 10 м²). Схема передбачала вивчення сортів Антрацит і Аннушка (Фактор А) та варіантів передпосівної обробки насіння (Фактор В): контроль (вода), хімічний еталон Максим XL, т.к.с. (1,0 л/т) та біологічна композиція Трихофіт, р. (2,0 л/т) + Фітоцид, р. (0,6 л/т) на єдиному фоні інокуляції Оптимаїз 400, РК (1,8 л/т). Проводили моніторинг поширеності та інтенсивності розвитку хвороб, облік елементів продуктивності (маса 1000 насінин, густина стояння, збереженість рослин), аналіз агрокліматичних умов за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), а також післязбиральну фітоекспертизу насіння нового врожаю. Статистичну обробку та двофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) здійснювали в середовищі R з розрахунком НІР₀₅ та побудовою кореляційних матриць. **Результати.** За умов посушливого 2024 р. (ГТК = 0,34) та недостатнього зволоження 2025 р. (ГТК = 0,70) вихідна інфікованість насіння становила 26,5-34,0 % з абсолютним домінуванням грибних патогенів (20,0-25,5 %). Застосування композиції Трихофіт + Фітоцид забезпечило високу технічну ефективність проти кореневих гнилей на рівні 71,9-73,3 %, що є абсолютно еквівалентним хімічному еталону Максим XL. При цьому біопрепарати продемонстрували виражену фунгістатичну дію (інтенсивність розвитку хвороби у фазу 3-4 листків знизилася до 0,6-0,8 % проти 1,1-1,6 % на хімічному еталоні), а також суттєво обмежили поширеність бактеріозів (до 0,6-1,3 %). Відсутність ретардантного стресу та рістстимулююча дія біоагентів забезпечили збереженість рослин на рівні 93,0-97,0 % та достовірне зростання урожайності на 36,0-46,0 % відносно контролю (до 2,38-2,76 т/га), тоді як хімічний протруйник забезпечив приріст лише 11,8-13,5 %. **Висновки.** Доведено високу екологічну та економічну доцільність використання біопрепаратів Трихофіт і Фітоцид для захисту насіння

сої за гідротермічних стресів. Установлено пролонговану післядію біокомпозиції на посівні якості насіння нового врожаю: зниження загальної зараженості до 16,5-21,5 % та зростання лабораторної схожості до 88,0-92,0 %.

Ключові слова: *Glycine max* (L.) Merr., фітопатологічна експертиза, мікробіологічні фунгіциди, технічна ефективність, структура врожаю, посівні якості насіння.

Pospielova G.D., Shereshylo O.O. Phytosanitary status and productivity of soybean cultivars under different fungicidal protection systems in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. Scientific substantiation and comparative evaluation of the effectiveness of chemical and biological soybean fungicidal protection systems to improve crop phytosanitary conditions and enhance yield performance under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The study was carried out during 2024–2025 in the Kremenchuk district of the Poltava region. A two-factor field experiment was arranged using a randomized block design with four replications (plot area 10 m²). The scheme included studying soybean cultivars Antratsyt and Annushka (Factor A) and seed treatment options (Factor B): control (water), chemical standard Maxim XL (1,0 L/t), and a biological complex Trichofit (2,0 L/t) + Phytocid (0,6 L/t) against the uniform background inoculation with Optimize 400 (1,8 L/t). Disease prevalence, development intensity, yield components (1000-seed weight, plant survival rate), hydrothermal coefficient (HTC), and post-harvest seed quality were monitored. Statistical processing and two-way ANOVA were executed in the R programming environment calculating LSD₀₅ and correlation matrices. **Results.** Under dry weather conditions in 2024 (HTC = 0.34) and insufficient moisture in 2025 (HTC = 0.70), initial seed infection ranged from 26,5% to 34,0%, dominated by fungal pathogens (20,0-25,5%). The biological composition Trichofit + Phytocid achieved high technical efficacy against root rots at 71,9-73,3%, equivalent to the chemical standard Maxim XL. Concurrently, biologicals displayed higher fungistatic activity (disease severity at the 3-4 leaf stage dropped to 0,6-0,8% compared to 1,1-1,6% for Maxim XL) and effectively controlled bacteriosis prevalence (down to 0,6-1,3%). Due to the absence of retardant stress and active growth stimulation, plant survival reached 93,0–97,0%, leading to a yield capacity increase of 36,0-46,0% over the control (up to 2,38-2,76 t/ha), compared to an 11,8-13,5% increase provided by the chemical protectant. **Conclusions.** The high ecological and agronomic efficiency of Trichofit and Phytocid biopreparations for soybean seed protection under hydrothermal stress conditions was proven. A prolonged post-effect on the seed quality of the new harvest was established: overall seed infection decreased to 16,5-21,5%, while laboratory germination increased to 88,0-92,0%.

Key words: *Glycine max* (L.) Merr., phytopathological seed examination, microbiological fungicides, technical efficacy, yield components, seed quality

Дата першого надходження статті до видання: 09.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 21.10.2026