

## ВПЛИВ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ПРОТРУЙНИКІВ НА ПОШИРЕННЯ ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ І УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Гетьман Яна Василівна

аспірант

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна

ORCID: 0000-0001-8365-9772

soils.mycology@gmail.com

Дослідження ефективності використання фунгіцидів проти збудників хвороб зернових культур та їх вплив на урожайність рослин є актуальним завданням для сучасного сільськогосподарського виробництва. В даній статті розглядаються такі аспекти використання фунгіцидів, як їх ефективність у боротьбі з хворобами та забезпечення умов для формування врожаю ячменю ярого сорту Геліос. У модельно-вегетаційних (ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського, 2021 р.) і польових умовах (ДП ДГ Граківське, Харківська обл., 2023 р.) нами було проведено дослідження з використанням трьох хімічних фунгіцидів з діючими речовинами карбендазім, тебуконазол і азоксистробін та біологічних – на основі грибів-антагоністів *Trichoderma viride* (lignorum) і *Chaetomium cochliodes*. Встановлено, що в модельно-вегетаційному досліді за умов використання штучного інфекційного фону, при обробці біологічним фунгіцидом Хетомік, з.п. кількість здорових рослин складала 51 %, тоді, як у варіанті без обробки (контроль) – 5 %. Інші фунгіциди знизили відсоток поширення кореневих гнилей на 12–28 %. Найбільш високу ефективність дії фунгіцидів у боротьбі зі збудниками кореневих гнилей забезпечив біологічний фунгіцид Хетомік, з.п., який використовували в якості протруйника, – 56,9 %. Хімічні препарати з діючими речовинами карбендазім і тебуконазол стримували розвиток захворювання на 29,9 і 29,6 % відповідно. Протруювання насіння ячменю біологічним фунгіцидом Триходермін–М, в.р. забезпечило ефективність на рівні 29,9 %. Найменш ефективним у боротьбі з патогенами був фунгіцид з діючою речовиною азоксистробін, ефективність дії якого становила 21,6 %. За результатами дрібноділянкового польового досліді було встановлено, що комплексна обробка фунгіцидами має вплив на формування врожаю ячменю ярого. Застосування фунгіциду Триходермін–М в.р. призвело до зниження врожаю на 0,21 т/га, ніж в варіанті, де обробіток проводився водою (контроль). Найвищу урожайність було отримано при застосуванні хімічних препаратів з діючими речовинами карбендазім – 2,74 т/га і тебуконазол – 2,41 т/га, що на 0,49 і 0,16 т/га більше, ніж в контрольному варіанті.

**Ключові слова:** протруйники, урожайність, ячмінь ярий, кореневі гнилі.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2024.1.8>

**Вступ.** Вплив фунгіцидів на урожайність ячменю ярого є актуальним завданням для сучасного сільськогосподарського виробництва. За останні десятиліття збільшення виробництва та забезпечення якості продукції стали пріоритетом для сільськогосподарських виробників. Однією з важливіших зернових культур України є ячмінь, який необхідний для забезпечення кормових, харчових і технічних потреб. Проте, не зважаючи на значний попит, останніми роками в Україні відбувається скорочення виробництва ячменю, через зменшення посівних площ (Kononchuk et al., 2022; FAO). Зменшення валового виробництва зерна ячменю відбувається не тільки за рахунок скорочення посівних площ, а також через нестабільність його продуктивності, у першу чергу, через погодні умови, нераціональне удобрення й обробіток ґрунту, неправильних попередників, ураження хворобами, тощо (Kononchuk et al., 2022; Stepanovic et al., 2016; Babulicová & Dyulgerova, 2018; Myhailenko & Shevchenko, 2019; Panasiewicz et al., 2020; Woźniak, 2020; Suciú et al., 2021; Pozniak, 2016). Одним із головних фактором, що знижує урожайність і якість зерна є поширення збудників кореневої гнилі, які призводять до ранніх втрат врожаю. Для захисту ячменю від хвороб обов'язковим елементом технології вирощування є застосування фунгіцидів. Однак, використання тільки

хімічного методу захисту не завжди дає бажані результати та призводить до зменшення видової різноманітності мікроорганізмів в агроценозах та появи резистентних форм патогенів. Зважаючи на це, в сільському господарстві дедалі частіше відмовляються від хімічних засобів захисту рослин на користь біологічних, або використовують комбіновані системи захисту. З огляду на це виникає необхідність у пошуку нових підходів до вибору й використання фунгіцидів.

Метою наших досліджень є вивчення ефективності застосування фунгіцидів при вирощуванні ячменю ярого з різними діючими речовинами на поширення збудників кореневих гнилей та встановлення особливостей формування урожайності ячменю ярого.

Наразі сучасні сорти ячменю в Україні характеризуються високою продуктивністю, але реалізації генетичного потенціалу сортів ячменю ярого перешкоджає масове поширення шкідливих організмів, які знижують енергію проростання і схожість насіння, зріджують посіви, ослаблюють ріст рослин, зменшують фотосинтетичну поверхню і продуктивність, погіршують якісні показники врожаю (Anturova, 2019).

Серед збудників хвороб рослин найбільшу групу патогенів становлять мікроскопічні гриби, що спричиняють розвиток мікозів (Kononchuk et al., 2022; FAO;

Stepanovic et al., 2016; Babulicová & Dylgerova, 2018). Значної шкоди у агрофітоценозах ячменю ярого завдають збудники сажкових хвороб, борошнистої роси, іржі, гельмінтоспориозу, фузаріозу та кореневих гнилей (Myhailenko & Shevchenko, 2019; Panasiewicz et al., 2020).

Кореневі гнилі одні з найбільш поширених і шкідливих захворювань ярих зернових культур, які призводять до ранніх втрат врожаю на 20-40% та значно знижують якість зерна. Явний і прихований збиток від них часто перевищує шкоду, що наноситься всім іншим патогенним комплексом. У зв'язку з цим, контроль чисельності збудників кореневих гнилей в останні роки стала носити проблемний характер. У комплексі заходів із захисту від збудників хвороб важливу роль відіграють фізіологічно активні речовини із фунгіцидною активністю. Обробка посівного матеріалу і рослин в період вегетації фунгіцидними засобами є однією з основних ланок технологій вирощування сільськогосподарських культур (Нгухогієва et al., 2019). Сучасні фунгіциди є ефективними високоселективними сполуками, які діють на специфічні біохімічні ланки, що є важливими для росту і розвитку патогену, або стимулюють захисні механізми рослин (Lykhochvor & Shcherbachuk, 2014). Перелік фунгіцидів, дозволених до використання в Україні, динамічний і на сьогодні налічує близько 800 біологічних і хімічних засобів, з яких близько 130 рекомендовані для контролю хвороб ячменю ярого. У переважній більшості вони іноземного виробництва (Stankevych, 2020). Для протруєння насіння перед посівом найчастіше застосовують засоби на основі хімічних сполук карбендазім і тебуконазол (Mostov'iak & Dem'ianiuk, 2020).

Фунгіциди як фізіологічно активні речовини, крім своєї прямої дії – захисту сільськогосподарських культур від збудників хвороб, – діють і на саму рослину, впливають на фізіологічні та біохімічні показники: інтенсивність фотосинтезу (Petit et al., 2012), дихання (Wu & Tiedemann, 2001), регуляцію окисно-відновного балансу (Serhienko & Cherhina, 2011), процеси метаболізму рослин (Thara, 2011). Біофунгіциди, за рахунок антагоністичної дії агентів, здатні стримувати розвиток патогенів шляхом гіперпаразитизму, антибіозу та конкуренції з цільовими організмами (Miličević, 2020).

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили в модельно-вегетаційному (2021 р.) і дрібноділянковому (2023 р.) досліді, який було закладено на стаціонарному польовому досліді Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» ДП «ДГ «Граківське» (смт. Новий Коротич, Харківський район, Харківська область).

Ґрунт – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесовидному суглинку, в орному шарі якого міститься 4,1 % гумусу, загального азоту – 0,215 %, рухомих сполук фосфору – 119 мг/кг ґрунту; обмінного калію – 90 мг/кг ґрунту, рН сольовий – 6,0 (NSC ISSAR, 2005).

Вирощували ячмінь ярий середньо-стиглого сорту Геліос, що рекомендований для вирощування на території Степу, Лісостепу і Полісся України.

Для дослідження впливу дії протруєників на цільові об'єкти, а саме збудників кореневих гнилей, було про-

ведено модельно-вегетаційний дослід з використанням препаратів двох типів – хімічних й біологічних.

Використали три хімічних однокомпонентних протруєника з різною дією на організми-мішені на основі різних діючих речовин:

– Альфа–Стандарт, к.с. (виробник ALFASmartAgro) з діючою речовиною карбендазім 500 г/л (хімічної групи безімідазолів). Фунгітоксична дія – інгібітор поділу клітин.

– Фолікур® 250 EW, KB (виробник Bayer) з діючою речовиною тебуконазол 250 г/л (хімічної групи триазолів). Фунгітоксична дія – інгібітори синтезу стеролу в мембрані.

– Квадріс 250 SC, К.С. (виробник Syngenta) з діючою речовиною азоксистробін 250 г/л (хімічної групи стробілурінів). Фунгітоксична дія – інгібітор клітинного дихання.

Також насіннєвий матеріал обробляли двома біологічними протруєниками на основі грибів-антагоністів:

– Триходермін-М, в.р. (виробник ТОВ «Біо центр») продуцент – гриб-антагоніст *Trichoderma viride (lignorum)*. Препаративна форма: рідина, яка містить спори і міцелій гриба, а також біологічно активні речовини, 1 мл містить  $2,5 \times 10^9$  КУО. Механізм дії – пригнічує розвиток фітопатогенів прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, а також виділяє біологічно активні речовини, які пригнічують репродуктивну функцію фітопатогенів.

– Хетомік, з.п. (виробник Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН) продуцент – гриб-антагоніст *Chaetomium cochliodes*. Препаративна форма: порошок коричневого кольору, 1 грам містить 1,0–1,2 млрд сумкоспор гриба. Механізм дії – стримує розвиток патогенів за рахунок конкуренції за субстрат, а також виділяє біологічно активні речовини, які індукують системну імунну відповідь рослин на дію патогенів.

Для постановки вегетаційного досліді використовували ємності Вагнера об'ємом 3 л, дренажною системою слугували гранули керамзиту, для поливу встановлювали пластикові трубки з діаметром отвору 1,5 см. Ґрунтову масу для досліді відбирали на стаціонарному польовому досліді ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського ДП «ДГ «Граківське». Культура попередник соя.

Передпосівну обробку насіння проводили рекомендованими дозами фунгіцидів. Кількість посівного матеріалу на одну ємність складала 25 зерен. Дослід проводився в триразовій повторності.

Інфекційним фоном слугували ізоляти фітопатогенних грибів *Fusarium oxysporum* та *Fusarium proliferatum*, які нарощувались на зерні ячменя протягом тижня, після чого висушувались та подрібнювались. Інфекційний фон вносився в судини вегетаційного досліді на глибину 3 см від поверхні ґрунту з розрахунку 2,1 г на одну ємність.

Оцінка ураженості прикореневої зони рослин збудниками кореневої гнилі проводилась за рекомендованою FAO шкалою CIMMYT (Wang & Miller, 1988).

Для якісної характеристики ураження рослин за бальною шкалою було визначено середній бал ураження (інтенсивність розвитку хвороби) (Omeliuta & Ngyhorovych, 1986).

Результат застосування препаратів проти фітопатогенів визначали за значенням ефективної дії заходів у захисті від хвороб (Kosylovych & Kokhanets, 2010; Trybel et al., 2011).

Для визначення впливу протруйників на формування урожаю ячменю було проведено дрібноділянковий польовий дослід з наявним прородним інфекційним фоном. Для його реалізації схемою дослідів було передбачено шість варіантів: з використанням фунгіцидів в рекомендованих дозах і контролю (обробіток водою). Дослід закладено у чотириразовій повторності, загальна кількість ділянок – 24. Ділянки в натурі розміщено в рандомізованому порядку. Розмір однієї ділянки складає 1 м<sup>2</sup> (1 × 1).

Елементи технології вирощування ячменю ярого відповідали загальноприйнятим для регіону досліджень. Добрива не вносились. Захист рослин від сеgetальної рослинності виконували механічно (вручну).

Передпосівну обробку насіннєвого матеріалу і подальшу обробку в період вегетації (фази розвитку: ВВСН 21-29, ВВСН 37-49, ВВСН 51-61) проводили рекомендованими дозами препаратів Альфа–Стандарт, к.с.; Фолікур © 250 EW, KB; Квадріс 250 SC, К.С.; Триходермін–М, в.р.; Хетомік, з.п.

Збирання врожаю проводили вручну прямим методом, шляхом суцільного вирізання рослин з кожної елементарної ділянки з наступним обмолочуванням та перерахунком отриманої маси зерна в урожайність (тонн на гектар).

Значення граничної похибки в дослідженні визначали способом встановлення значення найменшої істотної різниці (НІР) між порівнюваними варіантами за рівня вірогідності 95 %.

Статистичну обробку здобутих в експерименті даних проводили з використанням пакету програм Statistica, R-Studio та Microsoft Excel.

**Результати.** У модельно-вегетаційному досліді нами було встановлено значний вплив протруйників з різними діючими речовинами у вигляді передпосівної обробки насіння на поширення збудників кореневої гнилі за умов моделювання штучного інфекційного фону (ШІФ).

Розподіл ступеня ураженості рослин за шкалою СИММУТ показав доцільність використання фунгіцидів у вигляді передпосівної обробки насіння (рис. 1). В контрольному варіанті, де фунгіциди не застосовувались, спостерігалось значне підвищення відсотка уражених рослин, а саме 71 рослина з 75 була уражена корневими гнилями, з них 51 – загинула. Біологічні фунгіциди Триходермін–М, в.р. та Хетомік, з.п. знизили кількість уражених рослин у 4–9 разів порівнюючи з контролем відповідно, а хімічні фунгіциди з діючими речовинами карбендазим, тебуконазол та азоксистробін у 2–5 разів.

На початкових етапах вегетації рослин в умовах використання штучного інфекційного фону найбільшу ефективність мав препарат біологічного походження Хетомік, з.п., який на 46 % збільшив кількість здорових рослин в порівнянні з контролем (табл. 1), при інтен-

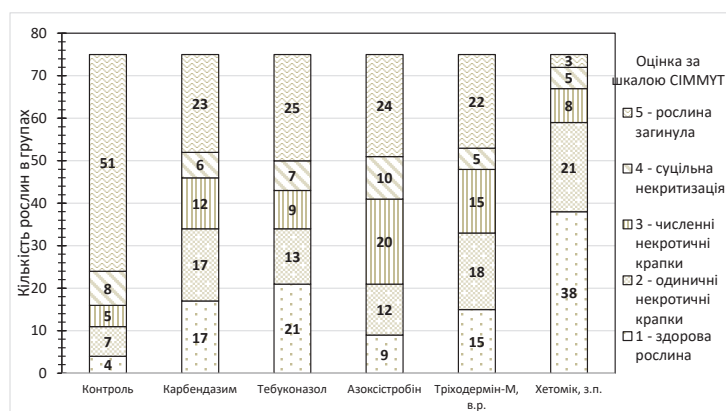


Рис. 1. Розподіл ступеня ураженості рослин корневими гнилями серед варіантів за шкалою СИММУТ у модельно-вегетаційному досліді

Таблиця 1

Розповсюдженість хвороби за умови використання ШІФ у модельно-вегетаційному досліді

Варіант	Кількість уражених рослин		Інтенсивність розвитку хвороби, в балах за шкалою СИММУТ	Ефективність використання протруйників, %
	шт.	%		
Контроль	71	95%	4,3	-
Карбендазим	58	77%	3,0	29,9
Тebuконазол	54	72%	3,0	29,6
Азоксистробін	66	88%	3,4	21,6
Триходермін–М, в.р.	60	80%	3,0	29,9
Хетомік, з.п.	37	49%	1,9	56,9

сивності розвитку хвороби в 2 бали. У разі протруєння насіння препаратами хімічного походження, поширення хвороби, порівняно з контрольним варіантом, зменшилось на 7–23 %.

Найбільш високу ефективність у боротьбі зі збудниками корневих гнилей забезпечив біологічний фунгіцид Хетомік, з.п., який використовували в якості протруйника, – 56,9 %. Хімічні препарати з діючими речовинами карбендазім і тебуконазол стримували розвиток захворювання на 29,9 і 29,6 % відповідно. Протруєння насіння ячменю біологічним фунгіцидом Триходермін-М, в.р. забезпечило ефективність на рівні 29,9 %. Найменш ефективним у боротьбі з патогенами був фунгіцид з діючою речовиною азоксистробін, ефективність якого становила 21,6 %.

На нашу думку, такий результат досягається за рахунок механізму дії досліджуваних препаратів. Хімічні препарати характеризуються коротким терміном дії, тоді, як у біологічних фунгіцидів в ролі агентів виступають гриби-антагоністи, які характеризуються високою швидкістю росту та здатністю швидко колонізувати субстрат, вступати в гаперпаразитичні та антибіозні взаємини з патогенними організмами, тим самим не даючи змоги розвиватися грибам-патогенам в пролонгованій перспективі.

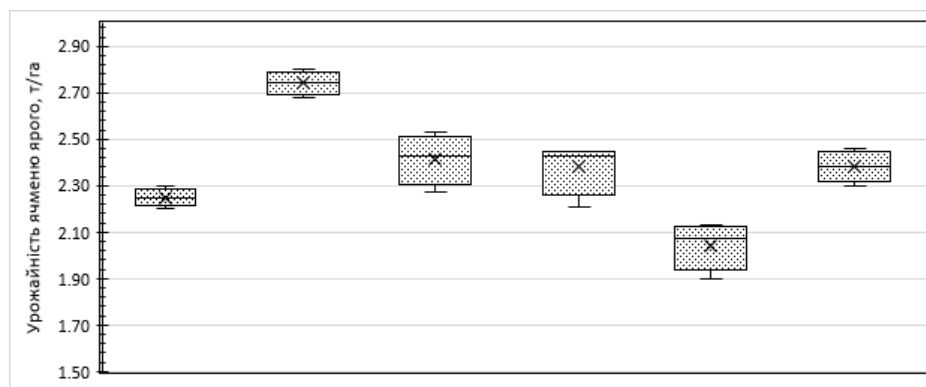
Аналіз отриманих нами експериментальних даних в дрібноділянковому польовому досліді дає можливість стверджувати про значний вплив комплексних обробок фунгіцидами на урожайність рослин у вигляді передпосівної обробки насіння і в період вегетації ячменю ярого (рис. 2).

В залежності від діючої речовини препаратів урожайність зерна змінювалась від 2,04 до 2,74 т/га. Протруєння насіння і обробіток в період вегетації біологічним препаратом Хетомік, з.п. і хімічним з діючою речовиною азоксистробін суттєво не вплинули на приріст урожайності, тоді як застосування фунгіциду Триходермін-М, в.р. сприяло зниженню урожаю на 0,21 т/га. Потрібно відмітити, що найвищу урожайність було отримано при застосуванні хімічних препаратів з діючими речовинами

карбендазім – 2,74 т/га і тебуконазол – 2,41 т/га, що на 0,49 і 0,16 т більше ніж в контрольному варіанті.

Деякі хімічні фунгіциди, які можуть мати обмежену ефективність при контролі збудників хвороб рослин, здатні сприяти збільшенню урожайності завдяки своїй здатності підвищувати стійкість рослин до стресових умов, зокрема до абіотичних факторів, мати стимулюючий вплив на розвиток рослин. Тоді, як біофунгіциди на основі грибів-антагоністів, можуть мати більш складні механізми взаємодії з рослиною і при ефективному контролі патогенів, їх використання може по-різному впливати на формування врожаю в залежності від біотичних і абіотичних факторів. Тому необхідні подальші дослідження для розуміння взаємодії між рослинами та агентами, які застосовуються для біоконтролю, а також їх вплив на урожайність вирощуваних культур з метою розробки нових підходів і стратегій застосування цих засобів в сільському господарстві.

**Обговорення.** Схожі результати при вивченні ефективності застосування біологічних і хімічних протруйників були отримані іншими вітчизняними та закордонними вченими. У разі обробки насіння пшениці озимої фунгіцидом Ламардор, до складу якого входить діюча речовина тебуконазол, фіксувалось зниження поширення збудників корневих гнилей та приріст врожаю до 0,68 т/га у порівнянні з варіантом, де фунгіциди не застосовувались (Hrytsiuk et al., 2019). Також подібні результати з використанням цього препарату в якості протруйника насіння ячменю ярого відмічались в інших наукових працях (Kuzmenko & Lukhanin, 2017; Sooväli et al., 2017). Особливо високу ефективність у захисті насіння і рослин сояшнику від гнилі показує інкрустація з протруйниками. Так, у дослідях О.І. Полякова, О.В. Некітенко (2002) обробка насіння сояшнику перед сівбою протруйниками на основі діючої речовини карбендазім сприяла поліпшенню їх посівних якостей і підвищенню врожайності на 0,18–0,21 т/га (Poliakov & Nikitenko, 2002). Також ефективність обробітку карбендазімом зернових культур відмічається в досліді де ефективність застосування цього препарату проти збудників септоріозу стано-



НІР <sub>0,5</sub>	Контроль	Карбендазім	Тебуконазол	Азоксистробін	Триходермін-М, в.р.	Хетомік, з.п.
0,13	2,25 т/га	2,74 т/га	2,41 т/га	2,38 т/га	2,04 т/га	2,38 т/га

Рис. 2. Урожайність зерна ячменю ярого за застосування фунгіцидів



вить 60,7 %, відмічається також приріст врожайності на 0,32 т/га (Markov & Zarembo, 2016).

Про високу ефективність біологічних препаратів на основі грибів-антагоністів свідчать результати багатьох досліджень. Так, обробіток грибним біопрепаратом Триходермін–М, в.р. знижує ураженість озимої пшениці кореневими гнилями більш як вдвічі і підвищує врожай зерна (Pospielova et al., 2023; Zaiets & Romanenko, 2016). За умови використання біопрепарату Хетомік, з.п. в ряді досліджень відмічалась висока ефективність у боротьбі з фітопатогенами, але значного впливу на приріст врожаю не фіксувалось (Zaieta, 2011).

Наше дослідження дає можливість провести порівняння ефективності застосування біофунгіцидів і хімічних протруйників з різних аспектів. Отримані результати доводять, що біологічні фунгіциди є більш ефективними ніж хімічні протруйники при контролі поширення збудників корневих гнилей, та є більш безпечнішими для навколишнього середовища і ґрунтових мікроорганізмів (Hetman & Naidonova, 2023). Однак, було виявлено, що використання хімічних протруйників сприяло збільшенню врожаю ячменю ярого, тому отримані результати підкреслюють важливість збалансованого підходу до вибору методів контролю захворювань рослин залежно від конкретних умов вирощування.

**Висновки.** За результатами модельно-вегетаційного дослідження з використанням штучного інфекційного фону, інтенсивність розвитку корневих гнилей була різною для всіх фунгіцидів. Біологічні фунгіциди Хетомік, з.п. і Три-

ходермін–М, в.р. знизили поширення патогенів до 1,9 і 3 балів з 5 можливих, про їх значну дію на цільові організми також свідчить значення показника ефективності, які дорівнювали 56,9 % для Хетомік, з.п. і 29,9 % для Триходермін–М, в.р. Хімічні фунгіциди в змодельованих умовах показали меншу ефективність проти організмів-мішеней. У варіантах з використанням хімічних фунгіцидів ефективність дії дорівнювала 29,9% для діючої речовини крабендазім і 29,6 % за умов застосування фунгіцида з діючою речовиною тебуконазол. Найгірший результат був у варіанті з обробітком фунгіцидом на основі азоксистробіна, ефективність якого склала 21,6 %. У метеорологічних і фітосанітарних умовах, що склались впродовж вегетаційного періоду 2023 р., урожайність ячменю ярого в контрольному варіанті, де фунгіциди не застосовувались, становила 2,25 т/га. За застосування хімічних фунгіцидів у вигляді передпосівної обробки насіння і 4-кратній обробці рослин в період вегетації приріст урожайності становив 0,49 т/га (фунгіцид з діючою речовиною карбендазім), 0,16 т/га (у варіанті із застосуванням тебуконазолу) і 0,13 т/га (діюча речовина азоксистробін). Використання біологічного фунгіцида Хетомік, з.п. достовірно не вплинуло на урожайність ячменю тоді, як за умов застосування Триходермін–М, в.р. урожайність ячменю знизилась на 0,21 т/га. Враховуючи результати двох дослідів, можна зробити висновок про доцільність подальшого вивчення комбінованої системи захисту рослин ячменю ярого, яка може складатись з поєднання біологічних і хімічних засобів.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Antypova, L.K., Bondarenko, D.I. & Shapovalov, A.I. (2019) Rozvytok i poshyrennia khvorob soi v umovakh Pivdnia Ukrainy [The development and spread of soybean disease in the conditions of Southern Ukraine]. Innovatsiini tekhnologii v roslinnytstvi: Materialy II Vseukrainskoi naukovoï internet-konferentsii (Kamianets-Podilskyi, 15 travnia 2019). Kamianets-Podilskyi, 9–11 (in Ukrainian).
2. Babulicová, M. & Dyulgerova, B. (2018). Winter barley production in relation to crop rotations, fertilisation and weather. Agriculture (Poľnohospodárstvo). Vol. 64 (1). P. 35–44. doi: 10.2478/agri-2018-0004.
3. Stankevych, S.V. (2020). Rynok pestytsydiv Ukrainy [Market of pesticides of Ukraine]. Problems and Scientific Solutions: 5th International Scientific and Practical Conference International Forum (in Melbourne, Australia. August 6-8 2020). Australia, P. 104-107. (in Ukrainian).
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
5. Hetman, Y.V. & Naidonova, O.E. (2023). Dynamika chyselnosti mikroorganizmiv u gruntovii masi chornozemu opidzolenoho pislia obrobky funhitydamy riznoho pokhodzhennia [Dynamics of the microorganisms' number in the soil mass of podzolized chernozem after treatment with fungicides of various origins]. AgroChemistry and Soil Science, 95, 47–59. doi:10.31073/acss95-05 (in Ukrainian).
6. Hryhor'ieva, O.M., Dimova, S.B. & Almaieva, T.M. (2019). Efektyvnist biopreparativ u tekhnologii vyroshchuvannia soi na chornozemi zvychainomu vazhkosuhlynkovomu Pravoberezhnoho stepu Ukrainy [The efficiency of biological preparations in the technology of soybean growing on heavy loamy Chornozem on the right-bank steppe of Ukraine]. Silskohospodarska mikrobiologhiia. 29. P. 46-55 <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.46-55> (in Ukrainian).
7. Hrytsiuk, N.V., Derecha, O.A., Bakalova, A.V., Skladanovska, Ya.M. & Popelianska, T.V. (2019). Efektyvnist zastosuvannia preparativ riznoho pokhodzhennia proty fuzarioznoi korenevoi hnyli pshenytsi ozymoi [The effectiveness of complex applying preparations of different origin against fusarium root rot of winter wheat]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii: Silske hospodarstvo. Roslynyntstvo, 3, 57-64. doi: 10.31210/visnyk2019.03.07 (in Ukrainian).
8. Kononchuk, O.B., Pyda, S.V., Herts, A.I. & Brozak, I.S. (2022). Produktivnist i urazhennia khvorobamy posiviv ozymoho yachmeniu na chornozemi typovomu zalezno vid poperednyka u obrobky funhitydom [Productivity and diseases of winter barley crops on typical type of black soil depending on the preparant and fungicide treatment]. Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva: Zakhyst i karantyn roslin, 1, 133-139 (in Ukrainian).
9. Kosylovych, H.O. & Kokhanets, O.M. (2010). Intehrovanyi zakhyst roslin [Integrated protection of plants]. navch. posib. Lviv:Lvivskiy natsionalnyi ahrarnyi universytet, 165 (in Ukrainian).
10. Kuzmenko, N.V. & Lukhanin, I.V. (2017). Vplyv khimichnykh protruynikov na obmezhenia rozvytku korenykh hnylei yachmeniu yaroho [Effect of chemical disinfectants of seeds on limitation the development of spring barley root rots]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Fitopatologhiia ta entomologhiia», 1-26 83-91 (in Ukrainian).

11. Lykhochvor, V.V. & Shcherbachuk, V.M. (2014). Vykorystannia funhitydiv na soi [The use of fungicides on soybeans]. Vcheni LNAU vyrobnytstvu: katalog innovatsiinykh rozrobok XIV, 28 (in Ukrainian).
12. Markov, I.L. & Zaremba, V. (2017). Yak shkodiati pshenytsi ozymii khvoroby i de zbehiautsia v zymovyi period yikhni zbudnyky [How wheat is affected by winter disease and where its pathogens are stored during the winter]. Propozytsiia. 11, 78 – 82 (in Ukrainian).
13. Miličević, T. (2020). Biofungicidi i mogućnosti njihove primjene u suzbijanju fitopatogenih gljiva i pseudogljiva [Biofungicides and possibilities of their application in the biocontrol of phytopathogenic fungi and pseudofungi]. Glasnik Zastite Bilja, 43, 4, 72. doi: 10.31727/gzb.43.4.9.
14. Mostov'iak, I.I. & Dem'ianiuk, O.S. (2020). Chynnyky destabilizatsii fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv zernovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Factors of destabilization of the phytosanitary state of agrocenoses of grain crops in the central forest-steppe of Ukraine]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. 2. 73-84. doi: 10.33730/2310-4678.2.2020.2088 12 (in Ukrainian).
15. Myhailenko, C.B. & Shevchenko, T.V. (2019). Vplyv suchasnykh funhitydiv na urazhennia khvorobamy yachmeniu yarohto [Effect of modern fungicides on severity of diseases of spring barley]. Zahyst i kapantyn roslyn. 65. 124–132. doi: 10.36495/1606-9773.2019.65.124- 132 (in Ukrainian).
16. Natsionalnyi Naukovyi Tsentri «Instytut gruntoznavstva i ahrokhimii imeni O.N. Sokolovskoho» (NSC ISSAR) Ukrainiskoi Akademii Ahrarnykh Nauk, Pasport polovoho statsionarnoho doslidu, 2005.
17. Omeliuta, V.P., Hryhorovych, Y.V. & Chabanta, V.S. (1986). Oblik shkidnykyv i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting for pests and diseases of agricultural crops]. Urozhai, K.: 296 (in Ukrainian).
18. Panasiewicz, K., Faligowska, A. Szymańska, G. (2020). The effect of various tillage systems on productivity of narrow-leaved lupin-winter wheat-winter triticale-winter barley. Agronomy. 10. 304. doi:10.3390/agronomy10020304.
19. Petit, A.-N., Fontaine, F., Vatsa, P., Clement, C. & Vaillant-Gaveau, N. (2012). Fungicide impacts on photosynthesis in crop plants. Photosynthesis Research. 111. 315-326. doi:10.1007/s11120-012-9719-8
20. Poliakov, O.I. & Nikitenko, O.V. (2002). Vplyv inkrustatsii nasinnia soniashnyku sortu Prometei na yoho skhozhist ta produktyvnist [The effect of incrustation of Prometheus sunflower seeds on their germination and productivity]. Naukovotekhnichniy biul. IOK UAAN. 7. 150-153. (in Ukrainian).
21. Pospelova, H.D., Kovalenko, N.P., Nechyporenko, N.I., Kocherha, V.Ia., Hrechkosii, A.O. & Skliar, C.S. (2023). Funhitydnyi zakhyst posviv soi vid korenyvykh hnylei [Fungicidal protection of soy crops against root rot]. Scientific Progress & Innovations, 26(3), 5–10 (in Ukrainian).
22. Pozniak, S.P. (2016). Chornozemy Ukrainy: heohrafiia, henezia i suchasnyi stan [Chernozems of Ukraine: geography, genesis and current conditions]. Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal, № 1, 9–13. doi: 10.15407/ugz2016.01.009. (in Ukrainian).
23. Serhienko, V.H. & Cherhina, O.D. (2011). Vplyv biolohichnykh preparativ na aktyvnist oksyno-vidnovnykh fermentiv roslyn tomativ [Effect of biological preparations on the activity of redox enzymes of tomato plants]. Zakhyst i karantyn roslyn. Mizhvid. temat. nauk. zb. 57, 179-188. (in Ukrainian).
24. Soováli, P., Koppel, M. & Kangor, T. (2017). Effectiveness of seed treatment against fusarium spp. and cochliobolus sativus of spring barley in different conditions. Agronomy Research. 15, 1, 280-287.
25. Stepanovic, M., Rekanovic, E. & Milijasevic-Marcic, S. (2016). Field efficacy of different fungicide mixtures in control of net blotch on barley. Pestic. Phytomed. 31(1–2). 51–57. doi:10.2298/PIF1602051S
26. Suciú, L.A., Soptorean, L., Russu, F. (2021) Effectiveness of fungicides with different modes of action against net blotch disease of two-rowed spring. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, 78 (2), 47–58. doi:10.15835/buasvmcn-agr:2021.0011
27. Thapa, G., Dey, M., Sahoo, L. & Panda, S.K. (2011). An insight into the drought stress induced alterations in plants. Biologia Plantarum. 55, 4, 603-613. doi: 10.1007/10535-011-0158-8
28. Trybel, S.O., Babych, A.H. & Babych, O.A. (2011). Metodyky vyprovuvannia pestytsydiv [Methods of testing pesticides]. Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy (NULES), Kyiv, 54 (in Ukrainian).
29. Wang, Y. Z., & Miller, J. D. (1988). Screening techniques and sources of resistance to Fusarium head blight. In A. R. Klatt (Ed.), Wheat Production Constraints in Tropical Environments, Mé xico, DF: CIMMYT, 239–250.
30. Woźniak, A. (2020). Effect of various systems of tillage on winter barley yield, weed infestation and soil properties. Applied Ecology And Environmental Research, 18(2), 3483-3496. doi:10.15666/aeer/1802\_34833496.
31. Serhienko, V.H. & Cherhina, O.D. (2011). Vplyv biolohichnykh preparativ na aktyvnist oksyno-vidnovnykh fermentiv roslyn tomativ [Effect of biological preparations on the activity of redox enzymes of tomato plants]. Zakhyst i karantyn roslyn. Mizhvid. temat. nauk. zb., 57, 179-188 (in Ukrainian).
32. Zaiarna, O.Iu. (2011). Efektyvnist zastosuvannia biopreparativ i rehulatoriv rostu roslyn proty korenyvykh hnylei yachmeniu yarohto [Effectiveness of biological preparations and plant growth regulators against root rots of spring barley]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 2, 174-177 (in Ukrainian).
33. Zaiets, S.O. & Romanenko, O.L. (2016). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezhno vid vydiv mineralnykh dobryv ta pidzhyvlennia pry vyroshchuvanni pislia sternovoho poperednyka [The productivity of winter wheat depending on the types of mineral fertilizers and top dressing when grown after the stubble predecessor]. Zroshuvane zemlerobstvo: Melioratsiia, zemlerobstvo, roslynnytstvo, 65, 51–54. (in Ukrainian).

**Hetman Ya. V.**, PhD student, National Scientific Center "Institute for soil science and agrochemistry research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

**The effect of chemical and biological protectants on the spread of root rots causes and the yield of spring barley**

Researching the effectiveness of using fungicides against pathogens of grain crops and their impact on plant productivity is an urgent task for modern agricultural production. This article examines such aspects of the use of fungicides as their effect, on effectiveness in combating diseases, and ensuring conditions for the formation of a spring barley crop of the Helios variety. We conducted research using three chemical fungicides with the active substances carbendazim, tebuconazole and azoxystrobin, and biological – based on antagonistic fungi *Trichoderma viride* (lignorum) and *Chaetomium cohlisodes* in model plants. It was found that in the model vegetation experiment under the conditions of using an artificial infectious background, when treated with the biological fungicide Chaetomic, the number of healthy plants was 51 %, while in the option without treatment (control) – 5 %. Other fungicides reduced root rot incidence by 12–28 %. The biological fungicide Chaetomic, which was used as a poisoner, provided the highest efficiency in the fight against root rot pathogens – 56.9 %. Chemical preparations with the active substances carbendazim and tebuconazole restrained the development of the disease by 29.9 and 29.6 %, respectively. Treatment of barley seeds with the biological fungicide Trichodermin provided efficiency at the level of 29.9 %. The fungicide with the active substance azoxystrobin was the least effective in the fight against pathogens, the efficiency of which was 21.6 %. Based on the results of a small-scale field experiment, it was established that the complex treatment with fungicides has an effect on the formation of the spring barley harvest. The use of the fungicide Trichodermin led to a decrease in yield by 0.21 tons per ha compared to the version where the treatment was carried out with water (control). The highest productivity was obtained when using chemical preparations with the active substances carbendazim – 2.74 tons per ha and tebuconazole – 2.41 tons per ha, which is 0.49 and 0.16 tons per ha more than in the control variant.

**Key words:** protectants, productivity, spring barley, root rot.