

## The effectiveness of using bio-preparations on winter wheat

G. Pospelova  | N. Kovalenko | S. Pospelov | S. Lytvynenko | K. Syvash

### Article info

#### Correspondence Author

G. Pospelova

E-mail:

[apospelova.pdaa@gmail.com](mailto:apospelova.pdaa@gmail.com)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Pospelova, G., Kovalenko, N., Pospelov, S., Lytvynenko, S., & Syvash, K. (2024). The effectiveness of using bio-preparations on winter wheat. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (4), 37–42. doi: 10.31210/spi2024.27.04.07

Modern scientific and practical views were systematized on introducing environmentally safe technologies that envisage decreasing or refusing synthetic mineral fertilizers and chemical plant protection means and maximal using biological agents to improve soil fertility, inhibit the development of harmful organisms as well as taking the complex of measures aimed at improving the conditions of yield formation. Agro-biological modernization of plant protection is impossible without developing and introducing modern assortment of microbiological and chemical means of plant protection having lenient action. Possessing anti-stress properties, such preparations activate protective mechanisms of plant resistance to over-wetting, drought, and frosts. Taking into account all the above mentioned, the active use of poly-functional combinations will enable to raise the effectiveness of cultivation technologies for the majority of crops, including winter wheat. The purpose of the study was to find out the impact of poly-functional preparations of natural origin on the level of winter wheat disease development and the crop productivity. According to the results of investigations conducted during 2022–2024, the positive effect of pre-sowing winter wheat seed treatment with the solutions of Phytocide and Bio-Mag on field plant germination and their anti-stress properties was detected. The improvement of phyto-sanitary condition of grain agro-ecosystem was noted by decreasing the spread of root rots to economically unappreciable level (7.5 and 5.2 % during the years of research) and prolonged effect of seed treatment with the tested bio-preparations on the formation of yield structure elements (on the average, the productive plant layering capacity increased by 10.3 %, grain content – by 12.2 %, kernel weight per spike – by 8.3 %). The fungi-static effect of the bio-preparations as to the causative agents of root rots was revealed. The effect is ensured by the manifestation of elicitoral impact at the expense of producing plant resistance inductors to diseases. The highest level of anti-fungal impact was manifested at composite application of bio-preparations: the technical effectiveness concerning root rots made 51.8 %.

**Keywords:** bio-preparations, winter wheat, phyto-sanitary condition, stimulating effect, effectiveness of bio-preparations, seed sowing qualities.

## Ефективність застосування біопрепаратів на пшениці озимій

Г. Д. Поспелова | Н. П. Коваленко | С. В. Поспелов | С. О. Литвиненко | К. С. Сиваш

Полтавський державний  
аграрний університет,  
Полтава, Україна

Систематизовано сучасні наукові та практичні погляди на впровадження екологічно безпечних технологій, що передбачають скорочення або відмову від синтетичних мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин за максимального використання біологічних агентів підвищення родючості ґрунтів, пригнічення розвитку шкідливих організмів, а також здійснення комплексу заходів, спрямованих на покращення умов формування врожаю. Агробіологічна модернізація захисту рослин неможлива без розробки і впровадження сучасного асортименту мікробіологічних і хімічних засобів захисту рослин щадної дії. Володіючи антистресовими властивостями такі препарати активізують захисні механізми стійкості рослин до перезволоження, посухи, високих температур та приморозків. З огляду на це, активне використання поліфункціональних сполук дасть змогу підвищити ефективність технологій вирощування переважної більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і пшениці озимої. Метою даного дослідження було з'ясувати вплив поліфункціональних препаратів природного походження на рівень розвитку хвороб і продуктивність пшениці озимої. За результатами досліджень проведених впродовж 2022–2024 рр. виявлено позитивний вплив допосівної аплікації насіння пшениці озимої біопрепаратами Фітоцид, р. та БіоМаг, р. на польову схожість рослин та їх антистресові властивості. Відмічено покращення фітосанітарного стану зернового агроценозу за рахунок зменшення поширення корневих гнилей до економічно невідчутного рівня (7,5 і 5,2 % за роками дослідження) та пролонгований ефект аплікації насіння тестованими біопрепаратами на формування елементів структури врожаю (в середньому продуктивна куцистість зроста на 10,3 %, озерненість колосу – на 12,2 %, маса зерна з колосу – на 8,3 %). Виявлено фунгістатичний ефект біопрепаратів відносно збудників корневих гнилей, який забезпечується проявом елісаторного ефекту за рахунок продукування індукторів стійкості рослин до хвороб. Найвищий рівень антифугальної дії проявився за композитного використання біопрепаратів: технічна ефективність відносно корневих гнилей становила 51,8 %.

**Ключові слова:** біопрепарати, пшениця озима, фітосанітарний стан, стимулюючий ефект, ефективність біопрепаратів, посівні якості насіння.

**Бібліографічний опис для цитування:** Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Поспелов С. В., Литвиненко С. О., Сиваш К. С. Ефективність застосування біопрепаратів на пшениці озимій. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (4). С. 37–42.

## Вступ

В сучасних умовах аграрного виробництва активно розробляються і впроваджуються екологічно безпечні технології, що передбачають скорочення або відмову від синтетичних мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин за максимального використання біологічних агентів підвищення родючості ґрунтів, пригнічення розвитку шкідливих організмів, а також здійснення комплексу заходів, спрямованих на покращення умов формування врожаю [14, 18, 27, 29, 30].

Дослідженнями вітчизняних і закордонних науковців доведено імуностимулюючий вплив на рослини деяких поліфункціональних препаратів [3, 15]. Крім того, агробіологічна модернізація захисту рослин неможлива без розробки і впровадження сучасного асортименту мікробіологічних і хімічних засобів захисту рослин щадної дії [8, 21].

Володіючи антистресовими властивостями такі препарати активізують захисні механізми стійкості рослин до перезволоження, посухи, високих температур та приморозків. З огляду на це, активне використання поліфункціональних сполук дасть змогу підвищити ефективність технологій вирощування переважної більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і пшениці озимої [2, 9, 12, 23].

Наразі в світі нараховується понад 5,5 тис. поліфункціональних препаратів [3, 28], більша частина яких – фізіологічні або структурні аналоги фітогормонів, здатні активно впливати на основні функції рослинного організму, а саме на запуск і перебіг фізіологічних і морфогенетичних процесів [3, 15, 31].

Увага науковців спрямована на вирішення проблеми підвищення адаптивних можливостей рослин. Важливою в даному аспекті є індукція набутого імунітету тобто фітоімунореакція (принципово новий підхід до захисту рослин від хвороб; індуктор стійкості активізує захисні функції, але не впливає безпосередньо на патоген) [3, 4, 11]. На відміну від фунгіцидів індуктори імунітету не викликають формування резистентності [18]. Окрім того, вони інтенсифікують фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, підсилюють власний імунітет і на цій основі індукують у рослин комплексну неспецифічну стійкість до несприятливих погодних факторів середовища і різних видів патогенів, сприяють прояву рістстимулюючих процесів в рослинах [17, 26].

В Україні добре зарекомендували себе біопрепарати на основі бактерій-антагоністів фітопатогенів родів *Bacillus* і *Pseudomonas* та їх метаболітів [30]. Вони рекомендовані як для обробки посівного матеріалу, так і для обприскування рослин в період активного росту (проти пліснявіння насіння, яке викликається переважно сапрофітними грибами, яке викликається сірою і білою гнилей, бактеріальних хвороб) [24]. Серед біоагентів грибної природи найчастіше використовують гриби роду *Trichoderma*, які здатні стимулювати ріст рослин та викликати системну індуквану стійкість [5, 10, 25, 32].

Також, в якості діючих речовин використовують синтезовані мікроорганізмами антибіотики здатні пригнічувати життєдіяльність фітопатогенних

мікроміцетів [18, 30]. Із вітчизняних антибіотиків найбільш поширений фітобактеріоміцин, який володіє широким спектром бактерицидної і фунгіцидної дії [20].

Ще одним напрямом покращення стану агроценозів є використання фітогормонів (фізіологічно активні речовини (ФАР) синтезовані рослинами). В малих концентраціях вони ( $10^{-9}$ - $10^{-15}$ М) впливають на обмін речовин вищих рослин, що призводить до помітних змін в їх рості і розвитку. До даної групи ФАР відносяться гібереліни, ауксини, цитокініни, абсцизова і жасмонова кислоти, етилен та ін. [3, 23, 31].

## Мета дослідження

Мета досліджень: з'ясувати вплив поліфункціональних препаратів природного походження на рівень розвитку хвороб і продуктивність пшениці озимої.

Завдання дослідження: оцінити вплив біопрепаратів на фітосанітарний стан і урожайність пшениці озимої; визначити технічну ефективність передпосівної обробки насіння біологічними фунгіцидами; з'ясувати вплив досліджуваних препаратів на елементи структури урожаю пшениці озимої.

## Матеріали і методи

Лабораторні досліді проводили у 2022–2024 роках на кафедрі захисту рослин Полтавського державного аграрного університету, польові в СФГ «Татіана» Лубенського району Полтавської області. В якості тест-об'єкту використовувався сорт пшениці озимої Благодарка одеська.

Досліджувалися біопрепарати Фітоцид, р. (5 л/т) та БіоМаг (Азогран А), р. (2 л/т) для допосівної обробки насіння.

Визначення посівних якостей насіння здійснювали методом пророщування у вологій камері в чашках Петрі на фільтрувальному папері, згідно стандарту [6, 7]. Насіння інкубували при температурі +20–25 °С. Облік енергії проростання і лабораторної схожості проводили на 5-й та 10-й день. Облік кореневих гнилей пшениці озимої та визначення польової схожості і виживаності рослин проводили за загальноприйнятою методикою [13, 16]. Схема досліді:

1. Контроль – без обробки насіння біопрепаратами;
2. Фітоцид, р., (5 л/га) – обробка насіння;
3. Біомаг, р. (2 л/т) – обробка насіння;
4. Фітоцид, р. (5 л/т) + Біомаг, р. (2 л/т) – обробка насіння [1, 19].

Площа облікової ділянки становила 2 м<sup>2</sup>, облік урожаю проводили з усієї площі ділянки. Аналіз структури урожаю здійснювали у навчально-науковій лабораторії захист рослин Навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології ПДАУ.

## Результати та їх обговорення

Істотний вплив на формування продуктивності пшениці озимої мають тривалість фенологічних фаз

та етапи органогенезу. Найважливішою є перша фаза розвитку будь-якої рослини – проростання насіння. За сучасних технологій вирощування сільсько-господарських культур передбачається оздоровлення посівного матеріалу з використанням рістрегулюючих речовин сумісно з мікроелементами та пестицидами, що не тільки покращує посівні показники

насіння, а й в подальшому позитивно впливає на урожайність та якість продукції [33].

Протягом 2022–2024 рр., нами проводились дослідження по вивченню впливу біопрепаратів Фітоцид, р., БіоМаг, р. та їх композиції на посівні якості насіння пшениці озимої сорту Благодарка одеська (*табл. 1*).

**Таблиця 1**

Вплив біопрепаратів на посівні якості насіння пшениці озимої Благодарка одеська

Варіанти	Енергія проростання, %			Лабораторна схожість, %		
	2022 р.	2023 р.	середнє	2022 р.	2023 р.	середнє
Контроль (обробка водою)	82,5	86,0	84,3	92,5	95,2	93,9
Фітоцид, р.	85,5	91,5	88,5	95,3	97,0	96,15
БіоМаг, р.	84,0	90,3	87,2	95,0	96,3	95,7
Фітоцид, р + Біомаг, р.	87,3	92,5	88,8	97,5	98,3	97,9
НІР <sub>05</sub>	4,5	4,9		4,3	2,7	

В усіх варіантах з використанням біопрепаратів спостерігалась позитивна тенденція до збільшення енергії проростання і лабораторної схожості насіння. В контролі енергія проростання насіння пшениці озимої для посівної 2022 року становила в середньому 82,5 %, а у 2023 році – 86,0 %. У варіантах з обробкою насіння Фітоцидом, р. і БіоМагом, р. даний показник збільшився на 3,0–5,5 % і 2,5–3,7 %, тоді як використання композиції даних препаратів викликало активізацію ростових процесів і енергія проростання у варіанті досягла 87,3–92,5 %, що на 4,8 % вище контролю.

Аналогічна тенденція простежувалася відносно лабораторної схожості. В цілому, даний показник у насіння пшениці озимої в контролі відповідав кондиційним якостям посівного матеріалу згідно стандарту, тобто перевищував 92 %, але аплікація насіння досліджуваними біопрепаратами дозволила підвищити лабораторну схожість в середньому по варіанту з Фітоцидом, р. до 95,3 % (2022 р.) і до 97,0 % (2023 р.). Деяко нижчі показники зареєстровані у варіанті з використанням БіоМагу, р. – 95,0 % та 96,3 % відповідно років дослідження. Істотне збільшення схожості відмічалось у варіанті з

обробкою насіння сумішшю зазначених препаратів. Рівень показника досягав 97,5 % та 98,3 %. Отже, чітко простежується стимулюючий ефект біопрепаратів на показники посівної якості насіннєвого матеріалу.

Також вивчався вплив біопрепаратів на польову схожість озимої пшениці сорту Благодарка одеська і виживаність після перезимівлі. У контрольному варіанті (насіння оброблене водою) польова схожість становила в 2022 році 76,0 % (342 шт/м<sup>2</sup>), а у 2023 – 74,3 % (334 шт/м<sup>2</sup>). За допосівної обробки насіння біопрепаратом БіоМаг, р. даний показник збільшився на 2,4 % у 2022 р. і на 1,2 % у 2023 р.; кількість рослин дорівнювала 354 і 340 шт/м<sup>2</sup> відповідно (*табл. 2*). У варіанті з використанням Фітоцида, р. спостерігалась аналогічна тенденція, тобто збільшення польової схожості в середньому за роки дослідження було на рівні 2,2 %. Вищий відсоток реєструвався у варіанті із композицією Фітоцида, р. і БіоМага, р. – 79,2 та 77,0 % (360 шт/м<sup>2</sup> і 346 шт/м<sup>2</sup> відповідно до років дослідження). Після відновлення вегетації ми визначали рівень виживаності рослин. У контрольному варіанті він становив у середньому за роки спостережень 91,4 %.

**Таблиця 2**

Рістстимулююча активність біопрепаратів за допосівної обробки насіння пшениці озимої сорту Благодарка одеська

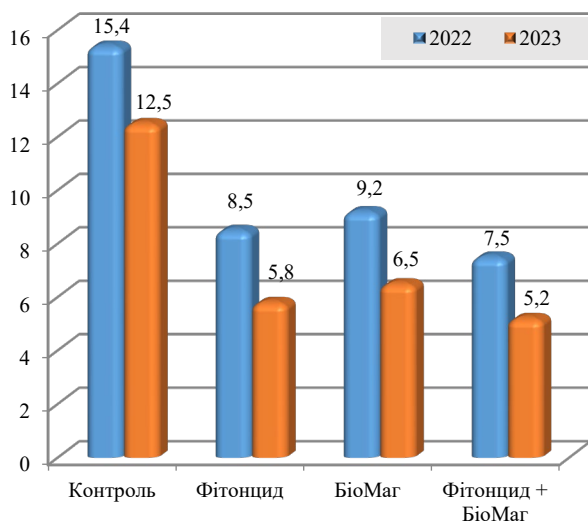
Варіанти	2022–2023 рр.			2023–2024 рр.		
	кількість рослин, шт./м <sup>2</sup>	польова схожість, %	виживаність рослин, %	кількість рослин, шт./м <sup>2</sup>	польова схожість, %	виживаність рослин, %
Контроль (обробка водою)	342,0	76,0	91,5	334,0	74,3	91,2
Фітоцид, р.	352,0	78,2	94,7	344,0	76,5	94,9
БіоМаг, р.	354,0	78,6	94,4	340,0	75,5	93,9
Фітоцид, р + Біомаг, р.	360,0	79,2	94,9	346,0	77,0	96,3

По варіантах з допосівною аплікацією біопрепаратами виживаність рослин зафіксована на більш високому рівні порівняно з контролем. Так, в середньому у варіанті з Фітоцидом, р. показник становив 94,8 %, з БіоМагом, р. – 94,2 % і за комплексного використання біопрепаратів – 95,6 %. Отже, допосівна аплікація досліджуваними продуктами не тільки позитивно вплинула на польову

схожість рослин пшениці озимої, але й виявила антистресові властивості тестованих препаратів, що дозволило більшій кількості рослин вижити за несприятливих умов.

Крім того, за допосівної обробки біопрепаратами Фітоцид, р., БіоМаг, р. і композиції Фітоцид, р. + БіоМаг, р. виявився значний фунгістатичний вплив на розвиток фузаріозно-гельмінтоспоріозних корневих

гнилей. Поширеність хвороби в 2022 році у контролі становила 15,4 %, а в 2023 році – 12,5 %. Використання препарату Фітоцид, р. дозволило зменшити прояв корневих гнилей майже вдвічі (*рис. 1*).



**Рис. 1.** Вплив допосівної обробки біопрепаратами на поширення фузаріозно-гельмінтоспориозної кореневої гнилі на рослинах пшениці озимої сорту Благодарка одеська

### Таблиця 3

Вплив допосівної обробки насіння біопрепаратами на елементи структури урожаю пшениці озимої сорту Благодарка одеська (середнє за роки досліджень)

Варіант	Продуктивна кущистість, шт./м <sup>2</sup>	Кількість продуктивних стебел		Озерненість колосу		Середня маса зерна в колосі	
		шт./м <sup>2</sup>	%	шт.	%	г.	%
Контроль (обробка водою)	1,3	406	100,0	19,7	100,0	0,72	100
Фітоцид, р.	1,4	420	103,4	21,2	107,6	0,75	104,2
БіоМаг, р.	1,4	435	107,1	21,4	108,6	0,75	104,2
Фітоцид, р + Біомаг, р.	1,5	448	110,3	22,1	112,2	0,78	108,3

Підсумковою оцінкою будь-якого скринінгу пестицидів і агрохімікатів є аналіз ефективності впливу тестованих препаратів на фітосанітарний стан культури і реалізацію продуктивності рослин.

### Таблиця 4

Технічна ефективність використання біопрепаратів в контролі кореневої гнилі та їх вплив на зернову продуктивність рослин пшениці озимої сорту Благодарка одеська (середнє за роки досліджень)

Варіант досліджу	Норма витрати, л/т, л/га	Технічна ефективність, %	Урожайність, т/га	+/- до контролю	
				т/га	%
Контроль (обробка водою)	–	–	5,66	–	–
Фітоцид, р.	1,0	49,2	5,92	0,26	4,6
БіоМаг, р.	1,0	44,2	5,91	0,25	4,4
Фітоцид, р + Біомаг, р.	1,0+1,0	51,8	5,97	0,31	5,5

В цілому, препарат Фітоцид, р. виявив більш виражену фунгістатичну дію, забезпечивши зниження поширення корневих гнилей на 49,2 %, що на 5,0 % вище за показники препарату БіоМаг, р. (44,2 %). Наявність антифугальної дії в даному випадку можна пояснити проявом еліситорного ефекту, внаслідок якого активується імунна система рослин за рахунок продукування індукторів

Аплікація насіння БіоМагом, р. була менше фективною і поширеність хвороби в цьому варіанті становила 9,2 % у 2022 р. і 6,5 % – у 2023 р. Найкращі результати були отримані у варіанті з використанням композиції тестованих препаратів. Рівень прояву хвороби зменшився до економічно невідчутного рівня 7,5 і 5,2 % відповідно років дослідження.

На нашу думку, лікувальний ефект Фітоцида, р. підсилюється стимулюючою дією БіоМага, р. Отже, сумісне використання цих препаратів дає змогу стримувати поширеність кореневої гнилі на початкових етапах органогенезу рослин пшениці озимої.

Результати досліджень свідчать про пролонгований ефект обробки насіння тестованими біопрепаратами на ріст і розвиток рослин протягом всієї вегетації, що позитивно вплинуло на формування елементів структури врожаю (*табл. 3*). Так, препарати Фітоцид, р. і БіоМаг, р. сприяли зростанню озерненості колоса на 7,6 і 8,6 % відповідно, а комплексне їх застосування підвищило кількість зерен в колосі на 12,2 % відносно контролю. Виявлено зростання продуктивної кущистості у варіанті з обробкою насіння пшениці комплексом біопрепаратів – на 10,3 % порівняно з контролем, тоді як з БіоМагом, р. – на 7,1 %, з Фітоцидом, р. – на 3,4 %. Відмінність показника середньої маси зерна з колосу у різних варіантах досліду була незначною.

Представлені в *таблиці 4* результати досліджень свідчать про цілком прийнятний рівень комплексного позитивного впливу досліджуваних біопрепаратів протягом онтогенезу рослин пшениці озимої.

стійкості [22]. Комплексне застосування зазначених біологічних засобів виявило адитивний ефект, внаслідок якого технічна ефективність контролю корневих гнилей досягла 51,8 %, що на 2,6 та 7,6 % вище за ефективність Фітоциду, р. і БіоМагу, р. відповідно.

Фітосанітарна активність тестованих біопрепаратів безумовно стала одним із чинників,

що позитивно вплинули на реалізацію генетично обумовленої зернової продуктивності рослин пшениці озимої. Найкращі показники у наших дослідах отримані за комплексного застосування біопрепаратів (зростання урожайності відповідно контролю становило 0,31 т/га). За самостійного використання краще проявилися стимулюючі властивості у Фітоцида, р., який забезпечив приріст урожайності на рівні 0,26 т/га.

## Висновки

Виявлено позитивний вплив допосівної аплікації насіння пшениці озимої досліджуваними біопрепаратами на польову схожість рослин та їх антистресові властивості.

Встановлено позитивний фітосанітарний вплив комплексного застосування препаратів Фітоцид, р. + БіоМаг, р. на рослини культури. Відмічено зменшення поширення корневих гнилей до економічно невідчутного рівня (7,5 і 5,2 % за роками дослідження).

Відмічено пролонгований ефект аплікації насіння тестованими біопрепаратами на формування елементів структури врожаю. Так, у варіанті з використанням композиції біопрепаратів продуктивна куцистість зросла на 10,3 %, озерненість колосу – на 12,2 %, а маса зерна з колосу – на 8,3 %.

Виявлено фунгістатичний ефект у тестованих біопрепаратів відносно збудників корневих гнилей, який забезпечується проявом еліситорного ефекту за рахунок продукування індукторів стійкості рослин до хвороб. Найвищий рівень антифугальної дії проявився за комбізованого використання біопрепаратів: технічна ефективність відносно корневих гнилей становила 51,8 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні біоагентів перспективних для застосування в біологічному захисті від фітопатогенних організмів, а також їх рістстимулюючих властивостей.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Antykryzovi rishennia dla suchasnoho roslynnytstva. (2023). Vinnytsia: TO «TD «Enzym-Ahro» [in Ukrainian]
2. Bazalii, V. V., & Domaratskyi, Ye. O. (2012). Vplyv biopreparativ na vrozhaunist i adaptivni vlastyvoli pshenytsi miakoi ozymoi. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 81, 9–14. [in Ukrainian]
3. Biliavska, L. O., Babych, A. H., Babych, O. A., Statkvych, A. O., & Iutynska, H. O. (2019). Novitni kompleksni polifunktsionalni biopreparaty dlia roslynnytstva. *Biologichno aktyvni preparaty v roslynnytstvi. Naukove obruntuvannia – rekomendatsii – praktichni rezultaty. Materialy XV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii.* (Kyiv, 25-29 chervnia 2019 roku). (pp. 108–111). Kyiv: NUBiP Ukrainy [in Ukrainian]
4. Borona, V. P., Derevianskyi, V. P., & Karasevych, V. V. (2010). Vplyv biopreparativ na shkidlyvi orhanizmy ta produktyvnist zernobobovykh ta zernovykh kultur. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 73, 173–179. [in Ukrainian]
5. Daryaci, A., Jones, E. E., Ghazalibiglar, H., Glare, T. R., & Falloon, R. E. (2016). Culturing conditions affect biological control activity of *Trichoderma atroviride* against *Rhizoctonia solani* in ryegrass. *Journal of Applied Microbiology*, 121 (2), 461–472. <https://doi.org/10.1111/jam.13163>
6. DSTU 2240-93 *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy.* Chynnyy vid 1994-07-01. (1993). Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=91422](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91422) [in Ukrainian]
7. DSTU 4138-2002 *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti.* Chynnyy vid 2004-01-01. (2002). Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=91465](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=91465) [in Ukrainian]
8. Karpenko, V. P. (Red.). (2017). *Elementy biologizatsii v roslynnytstvi: rekomendatsii vyrobnytstvu (monohrafiia).* Uman: Vydavets «Sochinskiy M. M.» [in Ukrainian]
9. Herman, M. M. (2011). Polipshennia posivnykh yakoste nasinnia pshenytsi miakoi ozymoi zalezno vid peredposivnoi obrobky nasinnia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 54–57. [in Ukrainian]
10. Horal, S. V. (2009). Hryb-antahonist trykhoderma, yak faktor optymizatsii fitosanitarnoho stanu silskohospodarskykh kultur. *Naukovi osnovy stabilizatsii vyrobnytstva produktivni roslynnytstva: Tezy dopovidei Mizhnarodnoi konferentsii.* (Kharkiv, 12–13 may 2009 roku). (pp. 262–265). Kharkiv [in Ukrainian]
11. Hrytsaienko, Z. M., Ponomarenko, S. P., Karpenko, V. P., & Leontyuk, I. B. (2008). *Biologichno aktyvni rehovyny v roslynnytstvi.* Kyiv: ZAT., «NICH LAVA» [in Ukrainian]
12. Iutynska, H. O., Biliavska, L. O., Tytova, L. V., Leonova, N. O., Yamborko, N. A., Vozniuk, S. V., Abdulina, D. R., Petruk, T. V., & Lytovchenko, A. M. (2018). *Zastosuvannia novitnikh biopreparativ u roslynnytstvi. Metodychni rekomendatsii.* Kyiv. [in Ukrainian]
13. Kalens'ka, S. M., & Suddenko, V. Yu. (2016). Field germination and survival of plants soft spring wheat depending on the technology of cultivation in Forest-steppe of the Right-Bank Ukraine. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannia Ukraini*, 2 (59). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2016.02.012>
14. Krutiakova, V., Gulych, O., & Pylypenko, L. (2018). Biological technique of protection of crops: prospects for Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (11), 159–168. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-20>
15. Fenta, L., & Mekonnen, H. (2024). Microbial biofungicides as a substitute for chemical fungicides in the control of phytopathogens: current perspectives and research directions. *Scientifica*, 2024, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2024/5322696>
16. Trybel, D. D. (Red.). (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv.* Kyiv: Svit [in Ukrainian]
17. Ostapchuk, M. O., Polishchuk, I. S., Mazur, O. V., & Maksimov, A. M. (2015). Vykorystannia biopreparativ – perspektyvnyi napriamok vdoskonalennia ahrotekhnolohii. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universitetu: Silske Hospodarstvo ta Lisivnytstvo*, 2, 5–17. [in Ukrainian]
18. Patyka, V. P. (2002). Biologichne zemlerobstvo yak faktor staloho rozvytku ahroekosystem. *Stalyi rozvytok ahroekosystem: Materialy mizhnarodnoi konferentsii.* (Vinnytsia, 11–13 zhovtnia 2002 r.). (pp. 5–9). Vinnytsia [in Ukrainian]
19. *Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini.* (2024). Kyiv: TOV «Lunivest Media» [in Ukrainian]
20. Pospelov, S., Pospelova, A., Kovalenko, N., Sherstiuk, E., & Zdor, V. (2020). Biocontrol of Mycoflora of Winter Wheat Seeds. *E3S Web of Conferences*, 176, 03001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017603001>
21. Pospelova, G., Kovalenko, N., Nechiporenko, N., Barabolia O., Korsun, M., & Litvinov, I. (2022). Efficiency of the application of fungicides in the protection of winter wheat from dominant spots. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 66–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.08>
22. Rozhkova, T. O. (2016). Elisitory zakhysnykh reaktsii roslyn. *Agroexpert*, 2, 30–33. [in Ukrainian]
23. Skachok, L. M., Potapenko, L. V., & Yarosh, T. M. (2008). Efektyvnist biologichnykh dobryv i stimulatoriv rostu na polovykh kulturakh. *Silskohospodarska Mikrobiolohiia*, 8, 122–130. [in Ukrainian]

24. Sklianchuk, V. M., & Naumenko, M. D. (2006) Vplyv elementiv biolohizatsii zemlerobstva na vrozhaunist silskohospodarskykh kultur u Zakhidnomu Polissi. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 29, 112–118. [in Ukrainian]
25. Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). *Trichoderma*: The “Secrets” of a multitiered biocontrol agent. *Plants*, 9 (6), 762. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
26. Starchevskiy, I. P. (2004). Biolohizatsiia zemlerobstva. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 11, 25–26. [in Ukrainian]
27. Tao, C., Wang, Z., Liu, S., Lv, N., Deng, X., Xiong, W., Shen, Z., Zhang, N., Geisen, S., Li, R., Shen, Q., & Kowalchuk, G. A. (2023). Additive fungal interactions drive biocontrol of *Fusarium* wilt disease. *New Phytologist*, 238 (3), 1198–1214. <https://doi.org/10.1111/nph.18793>
28. Tesliuk, V. V. (2011). Konts eptualni osnovy vyrobnytstva i zastosuvannia mikrobiopreparativ. *Naukovi Dopovidy Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 7 (23). [in Ukrainian]
29. Tkalenko, H. M. (2004). Mikrobiolohichniy metod v intehrovanomu zakhysti posiviv silskohospodarskykh kultur. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 11, 27–28. [in Ukrainian]
30. Tkalenko, G., Borzyh, O., & Ignat, V. (2020). The current state of application of biological plant protection agents in agroecology of Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (12), 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-03>
31. Tsyhichko, H. O., & Makliuk, O. I. (2015). Efektyvnist zastosuvannia biodobryv yak stymuliuvalnogo faktora rozvytku silskohospodarskykh kultur na pochatku ontogenezu. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 3, 12–16. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201503-02> [in Ukrainian]
32. van Zijll de Jong, E., Kandula, J., Rostás, M., Kandula, D., Hampton, J., & Mendoza-Mendoza, A. (2023). Fungistatic activity mediated by volatile organic compounds is isolate-dependent in *Trichoderma* sp. “Atroviride B.” *Journal of Fungi*, 9 (2), 238. <https://doi.org/10.3390/jof9020238>
33. Vlasiuk, O. (2023). The influence of environmentally safe preparations on the yield and infection by winter wheat diseases in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 101 (4), 30–37. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-04>

#### ORCID

- G. Pospelova  <https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>
- N. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>
- S. Pospelov  <https://orcid.org/0000-0003-0433-2996>



© 2024 Pospelova G. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.