

УДК 632.9/63:579.64 +  
631.811.98

© 2023

## **ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА УРАЖЕННЯ ХВОРОБАМИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

*О.С. Власюк*

*кандидат сільськогосподарських наук*

*Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН  
вул. Самчики, 1, с. Самчики Хмельницького р-ну Хмельницької обл., 31182, Україна  
e-mail: vlasukoksana293@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7500-4119*

Надійшла 30.01.2023

**Мета.** Оцінити вплив обробки насіння та посівів біопрепаратами, а також унесення в ґрунт біодеструктора на продуктивність пшениці озимої та її ураження хворобами. **Методи.** Польовий — облік хвороб пшениці озимої; кількісно-ваговий — визначення структури врожаю; математично-статистичний — з'ясування достовірності отриманих результатів. **Результати.** Встановлено, що передпосівна обробка насіння екологічно безпечними препаратами (Вимпел-К, Органік-баланс, МікоХелп) сприяє збільшенню урожайності пшениці озимої на 2,6–8,8% у разі обробки посівів препаратом Органік-баланс та внесення у ґрунт біодеструктора Органік-баланс. Обробка препаратом Органік-баланс по листу сприяла підвищенню урожайності на 5,9–9,2%, а внесення у ґрунт біодеструктора Органік-баланс — на 2,9–6,3%. До того ж обробка насіння біопрепаратами та біодеструктором знижувала поширення кореневої гнилі до 6,9–9,6% порівняно з 14,2% у контрольному варіанті. Обробка посівів препаратом Органік-баланс стримує поширення борошнистої роси пшениці до 60–64% порівняно з 77–80% у контролі. **Висновки.** Застосування біологічно безпечних препаратів (Органік-баланс біодеструктор — у кількості 1,5 л/га, Вимпел-К — 0,5 л/т, Органік-баланс — 1,5 л/т, МікоХелп — 3,0 л/т), обробка по листу (Органік-баланс — 0,5 л/га) сприяють значному (на 2,9–9,2%) збільшенню продуктивності пшениці озимої та зниженню її ураження хворобами. Препарати для обробки насіння показують вищу відсоткову ефективність — підвищення урожайності на 5,7–8,8% на ділянках, де деструктор не вносили і не здійснювали обробку по листу порівняно з фоном (2,6–4,1%), де ці заходи проводили. Найбільший ефект дає обробка біопрепаратом МікоХелп. Його використання сприяє збільшенню врожайності на 4,1–8,8%, або 0,24–0,45 т/га. Означені екологічно безпечні елементи агротехніки рекомендується застосовувати для вдосконалення екологічно безпечних технологій вирощування пшениці озимої в агроформуваннях різних форм власності Правобережного Лісостепу України.

**Ключові слова:** біопрепарати, стимулятори, пшениця озима, урожайність, деструктор рослинних решток, хвороби пшениці.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-04>

Нині нагальними проблемами є нестача білка для харчування населення Землі та необхідність зменшити забруднення харчових продуктів, яке негативно позначається на здоров'ї людини [1, 2]. Насамперед це стосується головної для багатьох країн продовольчої культури — пшениці. При цьому сучасні інтенсивні технології вирощування культурних рослин досягли критичних меж в екологічному, енергетичному та продукційному станах [3].

В умовах потепління клімату значно зросли інтенсивність розмноження і шкодочинність збудників більшості хвороб рослин, теплолюбних шкідників та бур'янів [4, 5]. Через це недобори врожаїв зерна можуть сягати 30 і навіть 50%, зокрема потенційні втрати врожаю пшениці через вплив низки шкідливих організмів оцінюються у 27%. Навіть часткове запобігання втратам є важливим фактором підвищення продуктивності культур [6, 7].

Крім того, в усіх ґрунтово-кліматичних зонах погіршується якість ґрунтів — знижується вміст гумусу (впродовж 1995–2005 рр. гумусний фонд України зменшився на 10–14%). Величезних масштабів набуло забруднення ґрунтів. Загалом у країні очищення від різних видів забруднення потребує близько половини сільськогосподарських угідь. Біологічна активність ґрунтів значно пригнічена, оскільки внаслідок хімізації зменшуються різноманіття та кількість мікрофлори, а отже, погіршується розкладання рослинних решток [8–10].

З огляду на це виробничою необхідністю і стратегічним напрямком світового розвитку сільськогосподарства стала біологізація землеробства. Одним з основних елементів сучасних технологій фітосанітарної оптимізації агроєкосистем і збільшення екологічно безпечної продукції рослинництва вважається використання біологічних засобів захисту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд сучасних наукових розробок свідчить про те, що біопрепарати вже зайняли чільне місце в новітніх екологічно збалансованих технологіях більшості економічно розвинених країн. Упровадження їх у виробництво забезпечило приріст урожаю зернових культур у середньому на 15–20%

при значному поліпшенні якості продукції. Завдяки корисним мікроорганізмам, на основі яких було створено низку мікробіологічних препаратів, стали можливими витіснення фітопатогенних штамів мікроорганізмів з їхньої екологічної ніші, підвищення імунітету рослин при ендofітній локалізації мікроорганізмів і, як наслідок, поліпшення живлення та санітарного стану посівів сільськогосподарських культур [3, 11–13].

Важливу роль серед біологічних препаратів відіграють мікробні деструктори, що використовуються у технологіях підготування ґрунту до сівби озимих та ярих культур. Їх застосування сприяє зниженню темпів розкладання гумусових речовин, покращує структурованість ґрунту, зменшує випаровування вологи, щільність ґрунту і масштаби водної ерозії. Крім того, відбувається пригнічення багатьох хвороб та зменшення кількості певних шкідників, що локалізуються на рослинних залишках [14–16].

Інтродуковані в агроценози корисні ґрунтові мікроорганізми, заселивши кореневі сфери, тривалий час блокують інфікування рослин патогенними бактеріями та мікроцистами. Навіть у роки епіфітотій окремих захворювань передпосівна інокуляція насіння окремими препаратами сприяла затримці розвитку хвороб на 2–3 тижні, що істотно позначалося на урожайності культур. Проте досить часто позитивних ефектів від бактеризації у виробництві не відзначають. Це можна пояснити впливом різних чинників у кожному конкретному випадку [17–20].

У світову практику рослинництва дедалі ширше запроваджують стимулятори росту рослин, насамперед такі, що містять мікроорганізми-продуценти фізіологічно активних сполук. Вони не забруднюють довкілля, значно підвищують урожайність завдяки стимуляції росту і розвитку рослин та своїм антистресовим властивостям (зокрема, посилюють витривалість до впливу шкідливих організмів), поліпшують використання рослинами елементів живлення. Ринок біостимуляторів щорічно зростає на 10%, але проблема деяких категорій таких препаратів полягає в нестабільності їх впливу за умови використання на польових культурах, тобто в нестійкій реакції рослин на застосування біостимуляторів [21–24].

Таким чином, існує потреба у вивченні впливу стимуляторів природного походження та біопрепаратів на продуктивність і фітосанітарний стан пшениці озимої. Дослідження доцільності використання цих засобів для біологізації технології вирощування культури є актуальним для сучасного рослинництва.

**Мета досліджень** — виявити вплив обробки насіння та посівів біопрепаратами і внесення у ґрунт біодеструктора на продуктивність пшениці озимої та її ураження хворобами.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідні роботи проводили на полях Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН упродовж 2021–2022 рр. із використанням пшениці озимої (*Triticum sativum* L.) сорту Богдана.

Основні методи дослідження: польовий (спостереження та облік хвороб пшениці озимої), кількісно-ваговий (визначення структури врожаю), математично-статистичний (установлення достовірності отриманих результатів).

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем слабоопідзолений середньосуглинковий, середньопотужний, малогумусний на лесовому суглинку бурувато-палевого забарвлення. Розміщення дослідних ділянок — систематичне. Облікова площа ділянки — 32 м<sup>2</sup>, загальна — 40 м<sup>2</sup>. Повторність досліду — 3-разова. Технологія вирощування — загальноприйнята по Хмельницькій обл., проте з хімічного захисту використовували лише одну обробку гербіцидом навесні.

Агрохімічна характеристика ґрунту: гумус (за Тюрнімом) — 2,8–2,9%, рН — 5,8–6,2; гідролітична кислотність — 1,9–2,3 мг/екв. на 100 г, валові запаси азоту — 0,153–0,163%; фосфору — 0,136–0,149%; азот, що легко гідролізується, 17–19,3 мг; рухомі форми фосфору та калію (за Чиріковим) — відповідно 20,8–22,6 та 8–12 мг на 100 г.

Обліки і спостереження здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками проведення досліджень у землеробстві [25–27]. Зокрема, облік хвороб виконували відповідно до методичних вказівок: фузаріозна коренева гниль — під час весняного куціння за шкалою ВІЗР від 0 до 3 балів;

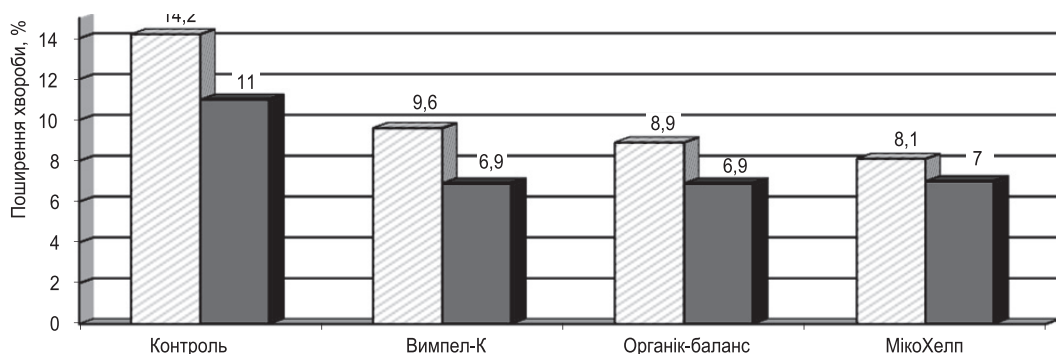
борошниста роса злаків — за умовною шкалою від 0 до 4 балів; плямистість листків (піренофороз і септоріоз) — за шкалою Гешеле [26].

Біопрепарати на пшениці озимій застосовували відповідно до схеми досліду. Чинник А, застосування деструктора рослинних решток: А1 — без деструктора (контроль), А2 — Органік-баланс біодеструктор, 1,5 л/га. Чинник В, передпосівна обробка насіння: В1 — без обробки насіння (контроль), В2 — Вимпел-К, 0,5 л/т (стандарт), В3 — Органік-баланс, 1,5 л/т, В4 — МікоХелп, 3,0 л/т. Чинник С, обробка посівів: С1 — вода, С2 — Органік-баланс, 0,5 л/га.

Обробку насіння проводили з урахуванням загальної методології [25]. Обробку по листу проводили двічі: на початку виходу рослин у трубку та на початку колосіння пшениці озимої.

Для пришвидшення розкладання рослинних решток у ґрунт заробляли біодеструктор Органік-баланс, виготовлений на основі концентрату життєздатних мікроорганізмів різних таксономічних груп та їх активних метаболітів, бактерій-антагоністів патогенів рослин, азотфіксувальних, фосфор- та каліймобілізуювальних бактерій, сапрофітних грибів (що продукують ферменти, які руйнують целюлозу, лігнін, клітковину, пектини та інші речовини рослинних решток, а також мають широкий спектр антагоністичної активності). Біопрепарат Органік-баланс — це комплекс азотфіксувальних, фосфор- та каліймобілізуювальних живих бактерій, мікроорганізмів з фунгіцидними властивостями, макро- й мікроелементів та органічних джерел живлення. До складу біофунгіциду МікоХелп входять сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus* та біологічно активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів. Стимулятор росту і розвитку Вимпел-К містить поліетиленоксиди (770 г/л) і бурштиново-гуматний комплекс (33 г/л) природного походження.

Гідротермічні умови періоду проведення досліджень мали значні відмінності. Так, тепла і волога осінь 2020 р. сприяла оптимальному розвитку пшениці озимої, тоді як



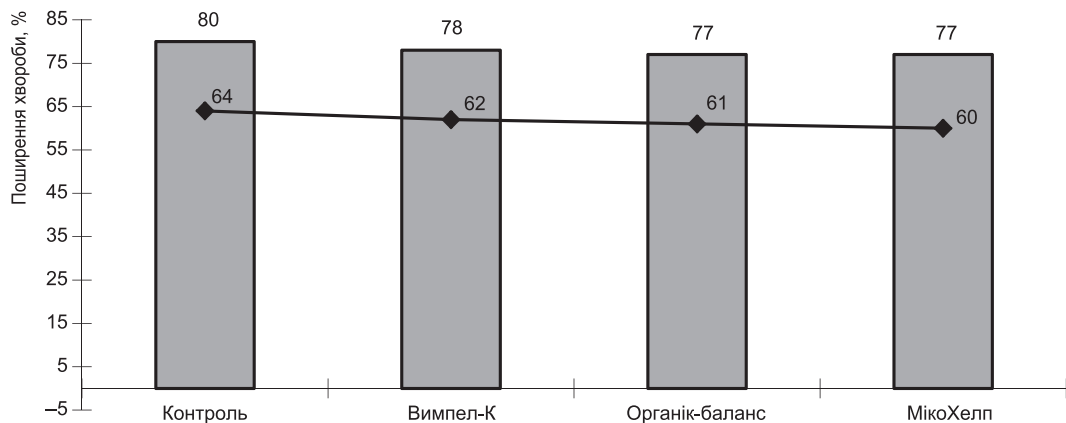
**Рис. 1.** Вплив внесення біодеструктора і обробки насіння біопрепаратами на поширення кореневої гнилі пшениці озимої за весняного куціння (середнє за 2021 – 2022 рр.), %: ▨ – без деструктора; ■ – деструктор Органік-баланс

вересень і жовтень 2021 р. відзначилися посушливою та прохолодною погодою, що спричинило нерівномірні сходи озимини та значне поширення фузаріозної кореневої гнилі.

У ці роки листопад був теплим (близько +5°C проти –1,6°C середнього багаторічного показника); вегетація припинилася 21 листопада у 2020 р. і 26 листопада у 2021 р. Зимові місяці також переважно відзначалися підвищеними порівняно з середньорічними температурами, що сприяло добрій перезимівлі озимих. У березні, як і в першій половині квітня, середньодобова температура переважно була плюсовою, проте у нічні часи — нижчою за 0°C, тому вегетація культури відновлювалася лише наприкінці

березня. У 2021 р. березень був вологим, а квітень посушливим, тоді як у 2022 р. — навпаки. Період від травня до липня у 2021 р. відзначався надмірною кількістю опадів, а в 2022 р. — дрібними і частими дощами, проте значно нижчою за середньорічні показники сумою опадів. Крім того, в 2022 р. рослини пшениці були значно слабкішими, тому більше уражувалися борошнистою россою і листовою плямистістю.

**Результати досліджень.** Поліпшення живлення рослин за рахунок виключно мінеральних добрив та посилення пестицидного навантаження на довкілля завжди супроводжується небажаними екологічними наслідками. Тому включення у технології вирощування культур екологічно безпечних



**Рис. 2.** Вплив обробки біопрепаратами насіння і по листу на поширення борошнистої роси пшениці озимої (середнє за 2021 – 2022 рр.), %: ■ – без обробки по листу; ◆ – обробка Органік-баланс

препаратів, які дають змогу знизити кількість агрохімікатів і пестицидів, є нагальним завданням сучасного сільського господарства.

Результати наших досліджень свідчать про те, що використання біодеструктора Органік-баланс і передпосівна обробка насіння біопрепаратами знижують поширення фузаріозної кореневої гнилі (*Fusarium Link.*) пшениці озимої сорту Богдана. Так, візуальні ознаки цього захворювання (на 1 бал розвитку за шкалою ВІЗР) у фазу весняного кущіння спостерігалися у 8,1–14,2% рослин

на ділянках без деструктора та у 6,9–11,0% рослин — за його використання (рис. 1).

Обробка насіння біопрепаратами ще суттєвіше знизилу ураження кореневою гниллю. Найефективнішим препаратом виявився МікоХелп, що сприяв зниженню поширення хвороби до 12,7% порівняно з 17,8% у контрольному варіанті на фоні без деструктора та до 11,2% порівняно з 15,3% у контрольному варіанті за умови внесення деструктора.

Впливу внесення деструктора та обробки насіння біопрепаратами на ураження

**Урожайність пшениці озимої сорту Богдана залежно від застосування деструктора рослинних решток та обробки біопрепаратами насіння і по листу (середнє за 2021–2022 рр.), т/га**

Варіант обробки	Урожайність, т/га			Відхилення урожайності відносно					
				обробки насіння		внесення деструктора		обробки посівів	
	2021 р.	2022 р.	середнє	т/га	%	т/га	%	т/га	%
<b>Фон I. Без обробки посівів біопрепаратом</b>									
<i>Без деструктора</i>									
Вода	6,02	4,20	5,11	К	–	К	–	К	–
Вимпел-К	6,32	4,47	5,40	0,29	5,7	К	–	К	–
Органік-баланс	6,36	4,56	5,46	0,35	6,8	К	–	К	–
МікоХелп	6,46	4,65	5,56	0,45	8,8	К	–	К	–
<i>Біодеструктор Органік-баланс</i>									
Вода	6,34	4,51	5,43	К	–	0,32	6,3	К	–
Вимпел-К	6,55	4,72	5,64	0,21	3,9	0,24	4,4	К	–
Органік-баланс	6,57	4,79	5,68	0,25	4,6	0,22	4,0	К	–
МікоХелп	6,66	4,87	5,77	0,34	6,3	0,21	3,8	К	–
<b>Фон II. Обробка посівів біопрепаратом Органік-баланс</b>									
<i>Без деструктора</i>									
Вода	6,51	4,65	5,58	К	–	К	–	0,47	9,2
Вимпел-К	6,77	4,84	5,81	0,23	4,1	К	–	0,41	7,6
Органік-баланс	6,80	4,91	5,86	0,28	5,0	К	–	0,40	7,3
МікоХелп	6,86	5,02	5,94	0,36	6,5	К	–	0,38	6,8
<i>Біодеструктор Органік-баланс</i>									
Вода	6,84	4,90	5,87	К	–	0,29	5,2	0,43	8,1
Вимпел-К	6,98	5,05	6,02	0,15	2,6	0,21	3,6	0,38	6,7
Органік-баланс	7,00	5,08	6,04	0,17	2,9	0,18	3,1	0,36	6,3
МікоХелп	7,07	5,15	6,11	0,24	4,1	0,17	2,9	0,43	5,9
	A	0,029	0,030						
НІР <sub>05</sub>	B	0,040	0,024						
	C	0,019	0,019						

Примітка. К — контрольний варіант.



пшениці хворобами листків не виявлено (рис. 2). У разі обробки культури препаратом Органік-баланс по листу поширення борошнистої роси (*Erysiphe graminis* (DC)) становило 76–79% рослин проти 96–99% рослин на ділянках, де цей захід не проводили (через 7 днів після колосіння у вигляді поодиноких подушечок на листках і стеблах нижнього ярусу — на 1 бал розвитку).

Хоч перші плями піренофорозу (*Pyrenopeziza tritici-repentis* (Dier.) Drechsler.) та септоріозу (*Septoria graminum* Desm., *S. tritici* Rob. et Desm.) листків з'явилися на фоні без деструктора і без обробки по листу, проте на їх поширення і розвиток досліджувані препарати, найімовірніше, не чинили достовірного впливу. Справа в тому, що розвиток септоріозу листків пшениці у нашому регіоні майже щорічно набуває рівня епіфітотії. Активізації цих плямистостей сприяли часті, хоч і незначні опади в червні. На початок липня вказані захворювання (переважно септоріоз) досягли високого ступеня розвитку (в середньому в 59–61% рослин) за 100%-го поширення.

Результати проведених досліджень дають підставу стверджувати, що застосування біопрепаратів позитивно впливає на формування продуктивності культури (табл. 1).

Обробка насіння препаратом Вимпел-К у середньому впродовж двох років сприяла природному врожайності на 2,6–5,7% порівняно з контрольним варіантом (обробка насіння водою) у разі внесення деструктора

та обробки біопрепаратом по листу. За обробки насіння препаратом Органік-баланс приріст урожайності становив 2,9–6,8%, а за використання МікоХелп — 4,1–8,8%.

Інтенсивність зростання врожайності після обробки насіння була більша (у відсотках) на фоні без деструктора, як і без обробки по листу препаратом Органік-баланс, ніж у разі їх застосування. Так, відсотковий приріст урожайності після обробки насіння знижується від 5,7–8,8% (0,29–0,45 т/га) на ділянках без деструктора, до 3,9–6,3% (0,21–0,34 т/га) у разі внесення біодеструктора Органік-баланс. Після внесення препарату Органік-баланс по листу вплив обробки насіння на урожайність ще нижчий — 2,6–4,1%, або 0,15–0,24 т/га (таблиця).

Застосування деструктора й обробка по листу дають більший ефект, коли обробка насіння біопрепаратами не здійснюється, ніж у разі такої обробки. Загалом застосування біодеструктора Органік-баланс сприяло підвищенню урожайності пшениці на 2,9–6,3%, або 0,17–0,32 т/га, а дві обробки препаратом Органік-баланс по листу — на 5,9–9,2%, або 0,36–0,47 т/га.

Таким чином, обробка насіння пшениці озимої сорту Богдана біопрепаратом МікоХелп з обробкою посівів препаратом Органік-баланс на фоні біодеструктора Органік-баланс була ефективніша за інші варіанти — 6,11 т/га проти 5,11 т/га у контрольному варіанті (таблиця).

## Висновки

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив біопрепаратів Органік-баланс (1,5 л/т), МікоХелп (3,0 л/т) і стимулятора природного походження Вимпел-К (0,5 л/т) для обробки насіння, деструктора рослинних решток Органік-баланс біодеструктор (1,5 л/га) та препарату Органік-баланс (0,5 л/га) для обробки по листу на продуктивність пшениці озимої, а також на обмеження поширення її хвороб. Так, передпосівна обробка насіння екологічно безпечними препаратами (Вимпел-К, Органік-баланс, МікоХелп) сприяє збільшенню урожайності пшениці озимої на 2,6–8,8 %, обробка по

листу препаратом Органік-баланс — на 5,9–9,2%, а внесення в ґрунт біодеструктора Органік-баланс — на 2,9–6,3 %. Застосування біодеструктора й обробки насіння біопрепаратами знижувало поширення кореневої гнилі до 6,9–9,6 % порівняно з 14,2 % у контрольному варіанті, а обробка посівів препаратом Органік-баланс знижувала поширення борошнистої роси пшениці до 60–64% порівняно з 77–80% у контрольному варіанті.

При цьому препарати для обробки насіння забезпечують вищий відсоток природному врожайності на ділянках, де не вносили деструктор та не здійснювали

обробку по листу (5,7–8,8 %) порівняно із фоном, де ці заходи проводили (2,6–4,1%). Найефективнішим для обробки насіння пшениці озимої є біопрепарат МікоХелп, використання якого сприяє збільшенню урожайності на 4,1–8,8%, або 0,24–0,45 т/га.

#### Vlasiuk O.

*Khmelnyskyi State Agricultural Research Station of the Institute of Fodder and Agriculture of Podillia of NAAS, 1 Samchyky Str., vil. Samchyky, Khmelnytskyi district, Khmelnytskyi oblast, 31182, Ukraine; e-mail: vlasukoksana293@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7500-4119*

#### **The influence of environmentally safe preparations on the yield and infection by winter wheat diseases in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe**

**Goal.** To assess the impact of seed and crop treatment with biopreparations, as well as the introduction of a biodestructor into the soil, on the productivity of winter wheat and its damage by diseases. **Methods.** Field — for registration of diseases of winter wheat; quantity and weight — for determination of the crop structure; mathematical-statistical — for finding out the reliability of the results obtained. **Results.** It was established that pre-sowing treatment of seeds with ecologically safe preparations (Vypel-K, Organic-balance, MikoHelp) helps to increase the yield of winter wheat by 2.6–8.8% in the case of seed treatment with the Organic-balance preparation and introduction of the Organic-balance biodestructor into the soil. Foliar treatment with Organic-balance helped to increase yield by 5.9–9.2%, and application of the biodestructor Organic-balance to the soil increased by 2.9–6.3%. In addition, seed treatment with biopreparations and a biodestructor

Означені елементи агротехніки рекомендується застосовувати для вдосконалення екологічно-безпечних технологій вирощування пшениці озимої в агроформуваннях різних форм власності Правобережного Лісостепу України.

reduced the spread of root rot to 6.9–9.6% compared to 14.2% in the control variant. The treatment of crops with the drug Organic-balance restrained the spread of powdery mildew of wheat to 60–64% compared to 77–80% in the control. **Conclusions.** Application of biologically safe preparations (Organic-balance biodestructor — in the amount of 1.5 l/ha, Vypel-K — 0.5 l/t, Organic-balance — 1.5 l/t, MikoHelp — 3.0 l/t), treatment per leaf (Organic-balance — 0.5 l/ha) contributed to a significant (2.9–9.2%) increase in the productivity of winter wheat and a reduction in its damage by diseases. Preparations for seed treatment showed a higher percentage efficiency — an increase in yield by 5.7–8.8% in areas where the destructor was not applied and foliar treatment was not carried out compared to the background (2.6–4.1%), where these measures did not conduct. Treatment with the biological preparation MikoHelp gives the greatest effect. Its use contributes to an increase in yield by 4.1–8.8%, or 0.24–0.45 t/ha. The specified ecologically safe elements of agricultural technology are recommended to be used to improve ecologically safe technologies for growing winter wheat in agromorphoses of various forms of ownership of the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine.

**Key words:** biological preparations, stimulators, winter wheat, productivity, destructor of plant residues, wheat diseases.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-04>

## Бібліографія

1. Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Toulmin C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010. V. 327. P. 812–818. doi: 10.1126/science.1185383
2. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф. Землеробство XXI століття. Проблеми та шляхи вирішення. *Землеробство*. 2015. № 2 (89). С. 3–11.
3. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2004. 312 с.
4. Leng G., Huang M. Crop yield response to climate change varies with crop spatial distribution pattern. *Scientific Reports*. 2017. V. 7. P. 1463. doi: 10.1038/s41598-017-01599-2
5. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. 2016. V. 529. P. 84–87. doi: 10.1038/nature16467
6. Польовий В.М., Лукашук Л.Я., Лук'яник М.М. Вплив змін клімату на розвиток рослинництва в умовах Західного регіону. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9. С. 29–34. doi: 10.31073/agrovisnyk201909-04
7. Волкогон В.В. Сільськогосподарська мікробіологія в Україні: здобутки, проблеми, перспективи. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 20–27. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-03
8. Балюк С.А., Носко Б.С., Воронинцева Л.І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4. С. 5–12. doi: 10.31073/agrovisnyk201804-01
9. Дубицька А.О., Качмар О.Й., Дубицький О.Л., Вавринович О.В. Вплив екологічно безпечних

систем удобрення пшениці озимої на біологічну активність ґрунту в умовах зміни клімату. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 2. С. 331–336. doi: 10.31867/2523-4544/0093

10. Бердніков О.М., Волкогон В.В., Потапенко Л.В., Козар С.Ф. Агрохімічна оцінка ефективності біопрепаратів у вузькоспеціалізованій сівозміні. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 44–50. doi: 10.35868/1997-3004.31.44-50

11. Parnell J.J., Berka R., Young H.A. et al. From the lab to the farm: an industrial perspective of plant beneficial microorganisms. *Front Plant Sci*. 2016. V. 7. P. 1110. doi: 10.3389/fpls.2016.01110

12. O'Callaghan M. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: issues and opportunities. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2016. V. 100. P. 5729–5746. doi: 10.1007/s00253-016-7590-9

13. Крутякова В.І. Біометод — основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020, № 9. С. 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-01

14. Shaharooma B., Naveed M., Arshad M., Zahir Z.A. Fertilizer-dependent efficiency of *Pseudomonads* for improving growth, yield, and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2008. V. 79. P. 147–155. doi: 10.1007/s00253-008-1419-0

15. Токмакова Л.М., Трепач А.О. Мікробіологічна деструкція органічної речовини в агроценозах. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2. С. 19–26. doi: 10.31073/agrovisnyk202202-03

16. Коваленко А.М., Новохижній М.В., Тимошенко Г.З., Сергєєва Ю.О. Особливості застосування деструкторів стерні в умовах степової зони. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 2. С. 44–51. doi: 10.31073/agrovisnyk202002-07

17. Cook R. James. Making Greater Use of Introduced Microorganisms for Biological Control of Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*. September. 1993. V. 31 (1). p. 53–80. doi: 10.1146/annurev.py.31.090193.000413

18. Van Lenteren J.C., Volckmans K., Kõh J. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *BioControl*.

2018. V. 63. P. 39–59. doi: 10.1007/s10526-017-9801-4

19. Борзих О.І., Круть М.В. База даних інноваційних розробок із захисту зернових культур в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2019. Вип. 65. С. 3–16. doi: 10.36495/1606-9773.2019.65.3-16

20. Ткаленко Г.М., Борзих О.І., Ігнат В.В. Сучасний стан застосування біологічних засобів захисту рослин в агроценозах України. *Вісник аграрної науки*. 2020. 12. С. 18–25. doi: 10.31073/agrovisnyk202012-03

21. Bashan Y., de Bashan L.E., Prabhu S.R., Hernandez J.-P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil*. 2014. V. 378. P. 1–33. doi: 10.1007/s11104-013-1956-x

22. Лукащук Л.Я., Курач О.В., Сніжок О.В. та ін. Вплив систем удобрення та догляду за посівами на продуктивність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 12–19. doi: 10.31073/agrovisnyk202010-02

23. Ярошенко С.С. Морозостійкість та зернова продуктивність пшениці озимої у залежності від агротехнічних прийомів вирощування. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 64–70. doi: 10.31867/2523-4544/0107

24. Василенко М.Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 11–18. doi: 10.31073/agrovisnyk201702-02

25. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур; за ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 296 с.

26. Волкогон В.В. та ін. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур; за ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2011. 156 с.

27. *Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами* (исследования, учеты и наблюдения); под ред. В.С. Цикова и Г.Р. Пикуша. Днепропетровск: ВНИИК, 1983. 49 с.