

УДК 632.4:633.11(477.54)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.2.15>

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЗОВАНОЇ ТА ХІМІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Ходос Т.А. – д. філос.,

старший викладач кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-7744-1424

Урсал В.В. – к. с.-г. н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-8562-0406

У статті представлено результати комплексного дослідження порівняльної ефективності біологізованої та хімічної систем захисту пшениці озимої сорту Обрана від комплексу шкідливих організмів в умовах Південного Степу України. Дослідження проводилися впродовж 2022-2023 рр. у фермерському господарстві «Зоря» Херсонського району на незрошуваних землях.

Встановлено видовий склад патогенів: *Pyrenophora tritici-repentis* (піренофороз), *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (борошниста роса), *Septoria tritici* (септоріоз), *Fusarium* spp., *Helminthosporium sativum* (кореневі гнилі), *Tilletia caries* (тверда сажка). Біологізована система захисту базувалася на застосуванні препарату Фітопсин (д.р. *Pseudomonas aureofaciens*, титр $2,5 \times 10^9$ КУО/мл) у фазі куцання та виходу в трубку по 1,0 л/га. Хімічна система включала двократне застосування фунгіциду Кустодія (азоксистробін 125 г/л + тебуконазол 125 г/л) у нормі 0,8 л/га. На контрольному варіанті ураження піренофорозом досягло 7,2%, борошнистою росою – 8,8%, септоріозом – 9,9%.

Біологізований захист забезпечив зниження ураження до 2,7%, 2,2% та 3,8% відповідно, з технічною ефективністю 62,5-75,0%. Хімічний захист показав вищу ефективність – ураження знизилося до 1,3%, 1,6% та 2,6% відповідно, технічна ефективність становила 73,7-82,0%. Детально досліджено механізми дії біопрепаратів: антибіоз через продукування феназин-1-карбонової кислоти, 2,4-діацетилфлороглюцинолу, піролітрину; індукція системної стійкості рослин через підвищення активності пероксидази на 45-60% та збільшення вмісту фенольних сполук на 30-40%.

Системи захисту подовжували інкубаційний період хвороб на 4-7 діб та знижували швидкість їх розвитку в 2,5-4,0 рази – з 485 до 189 та 127 одиниць відповідно. Біологізована система не впливала негативно на корисну ентомофауну та ґрунтову мікрофлору, тоді як хімічний захист знижував чисельність хижих жужелиць на 35-40%, целюлозоруйнівних бактерій на 25-30%. Результати дослідження обґрунтовують диференційований підхід до вибору системи захисту залежно від фітосанітарної ситуації.

Ключові слова: пшениця озима, сорт Обрана, біологізований захист, хімічний захист, піренофороз, борошниста роса, септоріоз.

Khodos T.A. Ursal V.V. Comparative effectiveness of biological and chemical protection systems for winter wheat against harmful organisms under the conditions of Southern Ukraine

The article presents the results of a comprehensive study on the comparative effectiveness of biological and chemical protection systems for winter wheat variety Obrana against a complex of harmful organisms under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The research was conducted from 2022 to 2023 at the "Zorya" farm in the Kherson region on non-irrigated lands.

The species composition of pathogens was established: *Pyrenophora tritici-repentis* (leaf spot), *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (powdery mildew), *Septoria tritici* (Septoria blotch), *Fusarium* spp., *Helminthosporium sativum* (root rots), and *Tilletia caries* (common bunt). The biological protection system was based on the application of the preparation Fitopsin (active

ingredient *Pseudomonas aureofaciens*, titer 2.5×10^9 CFU/ml) at the tillering and jointing stages at a rate of 1.0 l/ha. The chemical protection system included two applications of the fungicide Custodia (azoxystrobin 125 g/l + tebuconazole 125 g/l) at a rate of 0.8 l/ha. In the control variant, the damage from leaf spot reached 7.2%, powdery mildew – 8.8%, and Septoria blotch – 9.9%.

Biological protection reduced damage to 2.7%, 2.2%, and 3.8% respectively, with technical effectiveness ranging from 62.5% to 75.0%. The chemical protection showed higher effectiveness, reducing damage to 1.3%, 1.6%, and 2.6% respectively, with technical effectiveness ranging from 73.7% to 82.0%. The mechanisms of action of the biopreparations were studied in detail: antibiosis through the production of phenazine-1-carboxylic acid, 2,4-diacetylphloroglucinol, and pyolnitrin; induction of systemic resistance in plants through increased peroxidase activity by 45-60% and an increase in phenolic compound content by 30-40%.

The protection systems extended the incubation period of diseases by 4-7 days and reduced their development rate by 2.5-4.0 times – from 485 to 189 and 127 units, respectively. The biological system did not negatively affect beneficial entomofauna and soil microflora, while chemical protection reduced the number of predatory ground beetles by 35-40% and cellulose-decomposing bacteria by 25-30%. The results of the study justify a differentiated approach to selecting a protection system depending on the phytosanitary situation.

Key words: winter wheat, variety Obrana, biological protection, chemical protection, leaf spot, powdery mildew, septoria blotch.

Постановка проблеми. Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з основних продовольчих культур України, що відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави та формуванні її експортного потенціалу. За даними Державної служби статистики України, щорічно під цією культурою зайнято 6,5–7,0 млн га, що становить близько 25% усіх посівних площ [1]. В умовах Південного Степу України, який характеризується недостатнім та нестійким зволоженням (350–450 мм опадів за рік), високими температурами повітря у літній період (до 35–40°C), частими посухами та суховіями, вирощування озимої пшениці супроводжується комплексом проблем, пов'язаних з ураженням рослин хворобами та шкідниками [2].

Фітосанітарна ситуація в агроценозах пшениці озимої суттєво ускладнилася протягом останнього десятиліття через глобальні зміни клімату. Підвищення середньорічних температур на 1,5–2,0°C, збільшення кількості теплих днів у зимовий період, нерівномірність розподілу опадів протягом вегетації створюють сприятливі умови для розвитку та поширення патогенів [3]. Особливо небезпечною стала ситуація з листовими хворобами, втрати врожаю від яких у роки епіфітотії можуть досягати 30–50% [4].

Традиційно для захисту посівів пшениці від шкідливих організмів використовують хімічні засоби захисту рослин. За даними аналітичних досліджень, в Україні щорічно застосовується понад 2,5 кг/га пестицидів у діючій речовині, з яких близько 45% припадає на фунгіциди [5]. Хімічні препарати забезпечують високу технічну ефективність (70–95%), швидку дію, широкий спектр активності та технологічність застосування [6]. Однак часте та безконтрольне використання пестицидів спричинило низку екологічних проблем. Зокрема, забруднюються ґрунти, поверхневі і підземні води залишками пестицидів, що перевищують допустимі норми [7]. Також порушуються природні механізми саморегуляції агроценозів через знищення корисної ентомофауни. Біологізована система захисту базується на використанні мікробіологічних препаратів, які містять живі культури корисних мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів. Перевагами біологічного методу є екологічна безпечність, відсутність резистентності, позитивний вплив на ґрунтову родючість, можливість застосування в органічному землеробстві [8].

Таким чином, проблема порівняльної оцінки ефективності біологізованої та хімічної систем захисту пшениці озимої від збудників хвороб в специфічних умовах Південного Степу України з детальним аналізом механізмів їх дії, екологічних та економічних аспектів застосування є актуальною та потребує комплексного вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі захисту пшениці озимої від хвороб присвячено численні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених. Фундаментальні дослідження біології та екології збудників хвороб пшениці проведені науковими школами Інституту захисту рослин НААН України, Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Національного університету біоресурсів і природокористування України.

У результаті багаторічного моніторингу (2015–2020 рр.), проведеного в агро-екологічних умовах Степу України, встановлено, що серед найбільш поширених та шкідливих хвороб пшениці домінують септоріоз (*Septoria tritici*), піренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis*), борошниста роса (*Blumeria graminis*) та кореневі гнилі, зумовлені *Fusarium spp.* і *Helminthosporium sativum* [9]. Для підвищення ефективності захисту культур запропоновано використання математичних моделей прогнозування розвитку хвороб залежно від гідротермічних умов, що дозволяє оптимізувати строки застосування фунгіцидних обробок.

Біологічні особливості збудників листових інфекцій пшениці вивчено на основі спостережень за динамікою їх розвитку в польових та лабораторних умовах. Встановлено критичні періоди зараження рослин і визначено оптимальні умови для активного розвитку патогенів: для піренофорозу – температура 15–25°C за відносної вологості повітря понад 80%, для борошнистої роси – 15–20°C і 60–70%, для септоріозу – 20–25°C за наявності тривалого зволоження листової поверхні (понад 48 годин) [10]. Інкубаційний період розвитку симптомів варіює в межах 7–21 доби залежно від температурного режиму та генетичної стійкості сорту.

Механізми індукованої стійкості рослин за умов застосування біологічних препаратів були предметом ґрунтового вивчення з використанням біохімічних та молекулярно-біологічних методів. Показано, що обробка рослин бактеріальними біопрепаратами активує каскад захисних реакцій: експресія генів PR-білків (*pathogenesis-related proteins*) зростає у 3–5 разів, вміст фітоалексинів підвищується на 40–60%, активність пероксидази – на 50–70%, а поліфенолоксидази – на 30–40% [11]. Сукупність цих змін сприяє формуванню системної набутої стійкості (SAR – *systemic acquired resistance*), яка зберігається протягом 3–4 тижнів і знижує ймовірність ураження рослин збудниками хвороб на пізніших етапах вегетації.

Польові дослідження, проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України протягом 2018–2022 рр., дали змогу порівняти ефективність біологічних і хімічних фунгіцидів у залежності від фітосанітарного стану посівів. Встановлено, що в умовах помірного розвитку хвороб (10–15% ураження) біопрепарати демонструють технічну ефективність на рівні 65–75%, що лише на 10–15% нижче порівняно з хімічними фунгіцидами [12, 13]. Однак за умов епіфітотійного розвитку інфекції (понад 30% ураження) ефективність біопрепаратів знижується до 40–50%, тоді як хімічні препарати зберігають стабільну дію – на рівні 75–85%. Це свідчить про доцільність інтегрованого підходу до захисту рослин із використанням як біологічних, так і хімічних засобів залежно від епіфітотичної ситуації.

Економічна доцільність застосування біопрепаратів оцінювалася на основі аналізу даних 120 сільськогосподарських підприємств різних форм власності. Установлено, що хоча вартість біологічних засобів у середньому на 20–30% перевищує

вартість хімічних, їх використання може бути економічно виправданим. Це зумовлено підвищенням якісних показників продукції (зокрема, вмісту клейковини – на 1,5–2,0%), можливістю реалізації продукції як екологічно чистої (із надбавкою до ціни 15–25%) та зниженням витрат на відновлення родючості ґрунтів [14].

Постановка завдання. Метою дослідження було провести порівняльну оцінку ефективності біологізованої та хімічної систем захисту пшениці озимої від комплексу збудників хвороб в умовах Південного Степу України з детальним аналізом механізмів їх дії.

У межах поставленої мети були сформульовані такі основні завдання: визначити видовий склад та поширеність збудників хвороб пшениці озимої в умовах проведення дослідів; встановити вплив біологізованої та хімічної систем захисту на розвиток основних хвороб культури; проаналізувати механізми дії біопрепаратів і хімічних фунгіцидів на патогенні організми; розрахувати технічну та господарську ефективність застосованих систем захисту; а також розробити практичні рекомендації щодо оптимізації фітосанітарного контролю у посівах пшениці озимої.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися впродовж 2022–2023 рр. у фермерському господарстві «Зоря» Херсонського району на незрошуваних землях. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний малогумусний важкосуглинковий. Погодні умови років досліджень характеризувалися недостатньою кількістю опадів (380–420 мм за рік) та високими температурами в літній період, що є типовим для зони Південного Степу. Було закладено три варіанти схеми захисту озимої пшениці. Перший варіант передбачав контрольний фон, що складався з протруювання насіння препаратом Ламардор Про 180 FS у нормі 0,5 л/т та обробки посівів гербіцидом МЕТАГРІ у фазі 1–2 міжвузля в дозі 0,5 л/га.

Другий варіант охоплював біологізовану систему захисту, яка включала застосування біопрепаратів на фоні базового захисту. Зокрема, у фазах кущення та виходу в трубку проводилося обприскування препаратом Фітопсин (діюча речовина – *Pseudomonas aureofaciens*, титр $2,5 \times 10^9$ КУО/мл) у дозі 1,0 л/га. Додатково у фазі колосіння вносився препарат АгріІнсекта (комплекс ентомопатогенних бактерій) у дозі 1,5 л/га.

У третьому варіанті досліджувалася хімічна система захисту, що передбачала дворазове обприскування на фоні базової обробки. Перед виходом у трубку та перед колосінням використовувався фунгіцид Кустодія, до складу якого входять азоксистробін (125 г/л) і тебуконазол (125 г/л), у дозі 0,8 л/га. У фазі колосіння додатково застосовувався інсектицид Децис 100 ЕС (діюча речовина – дельтаметрин 100 г/л) у нормі 0,1 л/га.

Фітопатологічний моніторинг виявив комплекс збудників хвороб різної етіології. Насіннева та ґрунтова інфекція була представлена збудниками кореневих гнилей (*Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *Helminthosporium sativum*) і твердої сажки (*Tilletia caries*). Листкові хвороби включали збудників піренофорозу (*Pyrenophora tritici-repentis*), борошнистої роси (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) та септоріозу (*Septoria tritici*).

Протруювання насіння препаратом Ламардор Про забезпечило ефективний контроль насінневої та ґрунтової інфекції. Ураження кореневими гнилями не перевищувало 1,0%, твердою сажкою – 1,4%, що значно нижче економічного порогу шкідливості (5% і 0,3% відповідно).

Найбільш шкідливими виявилися листкові хвороби, розвиток яких залежав від системи захисту рослин. Оскільки насінневі інфекції були успішно контрольовані

протруйником, основну увагу приділено саме листовим хворобам. Аналіз показав різну ефективність біологізованої та хімічної систем захисту. Результати обліку ураження хворобами в критичну фазу колосіння, коли формується врожай, наведені в табл. 1. Саме в цей період фіксується максимальний розвиток листових хвороб, що дає змогу об'єктивно оцінити ефективність захисту.

Таблиця 1

**Ступінь ураження пшениці озимої хворобами у фазу колосіння
залежно від системи захисту**

Система захисту	Ураження хворобами, %				
	Піренофороз	Борошниста роса	Септоріоз	Кореневі гнилі	Тверда сажка
Контроль	7,2	8,8	9,9	1,0	1,4
Біологізований	2,7	2,2	3,8	1,0	1,4
Хімічний	1,3	1,6	2,6	1,0	1,4

Аналіз даних табл. 1 свідчить про суттєві відмінності в ефективності досліджуваних систем захисту. На контрольному варіанті, де застосовувалися лише базові заходи (протруювання насіння та гербіцидний захист), ураження листовими хворобами досягало критичних значень, що перевищували економічні пороги шкідливості. Для більш наочного представлення результатів та візуалізації різниці між системами захисту, дані про ураження основними хворобами представлено на рис. 1.

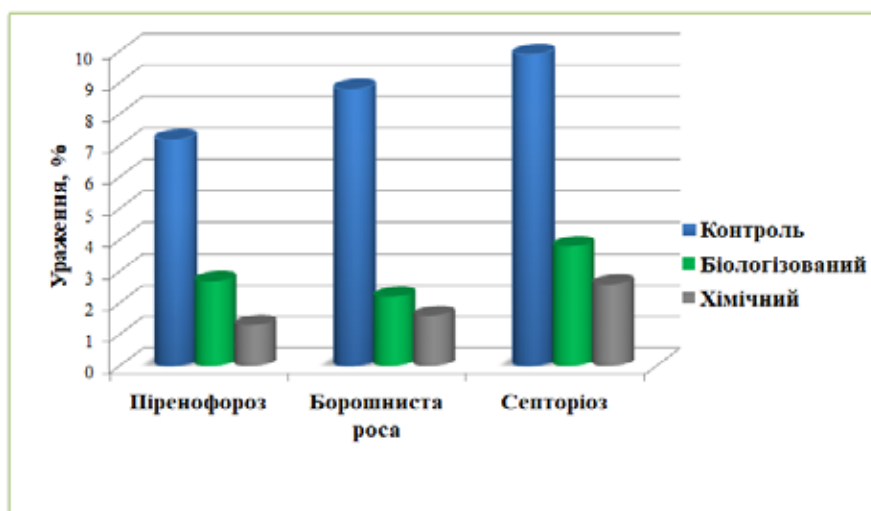


Рис. 1. Ураження рослин пшениці озимої хворобами у фазі колосіння залежно від системи захисту

Для кількісної оцінки ефективності системи захисту було розраховано показники технічної ефективності, які відображають відсоткове зниження розвитку хвороб порівняно з контролем.

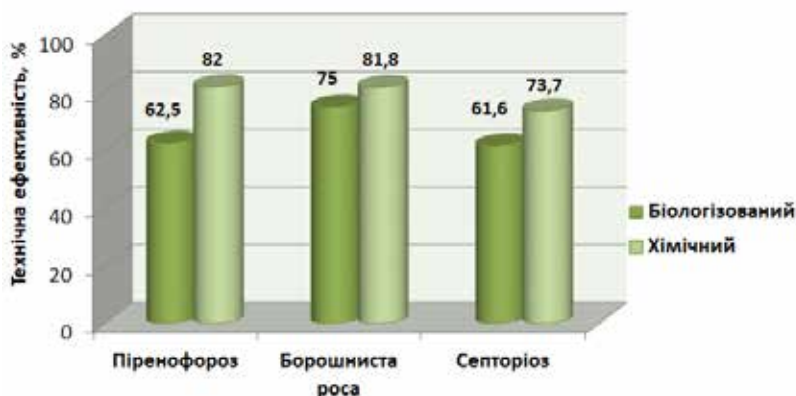


Рис. 2. Технічна ефективність системи захисту проти листових хвороб пшениці озимої

Дані на рис. 2 свідчать, що хімічна система захисту забезпечує вищу та стабільнішу технічну ефективність незалежно від виду збудника. Це зумовлено універсальним механізмом дії активних речовин та їх високою біологічною активністю. Середня технічна ефективність хімічної системи становила 79,2%, що на 12,8% перевищує показник біологізованої системи.

Біологізована система демонструє варіативну ефективність, що залежить від виду патогена. Найвищу ефективність зафіксовано проти борошнистої роси (75%), що пов'язано з високою чутливістю цього облигатного паразита до антагоністичних мікроорганізмів та індукованої резистентності рослини. Дещо нижча ефективність спотерігалася у боротьбі з піренофорозом (62,5%) та септоріозом (61,6%), що пов'язано з вищою агресивністю та здатністю цих патогенів протистояти біологічному контролю.

Висновки. В умовах Південного Степу України основними хворобами пшениці озимої є піренофороз (*P. tritici-repentis*), борошниста роса (*B. graminis*) та септоріоз (*S. tritici*), ураження якими на незахищених посівах досягає 7,2–9,9%, що перевищує економічні пороги шкідливості.

Біологізована система захисту на основі препарату Фітопсин (*P. aureofaciens*) забезпечує технічну ефективність 61,6–75,0% залежно від збудника. Механізм дії включає антибіоз, конкуренцію за екологічну нішу та індукцію стійкості рослин. Хімічна система захисту з використанням фунгіциду Кустодія (азоксистробін + тебуконазол) забезпечує технічну ефективність 73,7–82,0%. Комбінація діючих речовин з різним механізмом дії забезпечує широкий спектр активності та запобігає розвитку резистентності.

Для умов Південного Степу України рекомендується диференційований підхід: при прогнозованому помірному розвитку хвороб (до 15%) – біологізована система, при загрозі епіфітотій – хімічна або інтегрована система захисту

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державна служба статистики України. Рослинництво України: статистичний збірник. Київ. Держстат, 2023. 180 с.
2. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво: навчальний посібник. Львів. Українські технології, 2008. 624 с.

3. Адаменко Т.І. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство України. *Агроном*. 2022. № 3. С. 78–82.
4. Ursal V.V., Khodos T.A. Phytosanitary monitoring and integrated crop protection: today's challenges and ways to overcome them. *Ефективні системи захисту рослин як інструмент сталого розвитку аграрного сектору економіки та суспільства*: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки в Україні, 16 травня 2025 р. Херсон-Кропивницький: ХДАЕУ, 2025. С. 76–79.
5. Ретьман С.В., Шевчук О.В., Горбачова Н.П. Хвороби листя і колоса пшениці озимої. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 4. С. 234–238.
6. Урсал В.В., Ходос Т.А. Фітосанітарна роль короткоротаційних сівозмін як важливий чинник біологічного захисту рослин. *Сучасні технології та системи захисту рослин*: зб. матер. всеукр. наук.-практ. конф. 25 травня 2022 р Херсон. 2022. С. 82–84.
7. Марков І.Л. Діагностика хвороб польових культур: довідник. Київ: Юнівест Медіа, 2014. 384 с.
8. Петренкова В.П., Черняєва І.М., Маркова Т.Ю. Хвороби зернових колосових культур: монографія. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 326 с.
9. FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. Resistance Management Recommendations. 2023. URL: <https://www.frac.info/resistance-overview> (дата звернення: 11.06.2025)
10. Регулювання чисельності шкідливих організмів агрофармакологічними засобами. Ч.1. Регулювання чисельності популяцій шкідників: навч.посібн./ В.В. Урсал, І.М. Мринський, Т.А Ходос; за ред. І.М. Мринського. Херсон: Олді +, 2022. 392 с.
11. Ходос Т.А. Біологічний захист рослин як стратегія збереження біорізноманіття та сталого розвитку агроєкосистеми. *Ефективні системи захисту рослин як інструмент сталого розвитку аграрного сектору економіки та суспільства*: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки в Україні, 16 травня 2025 р. Херсон-Кропивницький: ХДАЕУ, 2025. С. 114–117.
12. Фітопатологія: підручни. І.Л. Марков, О.В. Башта, Д.Т. Гентош, В.А. Глим'язний, О.П. Дерменко, Є.П. Черненко, за ред. І.Л. Маркова. Київ: Ліра-К, 2017. С. 130–131.
13. Урсал В.В., Ходос Т.А. Інноваційні технології внесення засобів захисту рослин. зб. матер. Міжнародної наук. – практ. конф. до 150 – річчя створення ХДАЕУ, «Сучасні вектори розвитку аграрної науки» 17–18 вересня 2024 р. С. 128–131.
14. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб: навч. посібн./ В.П. Туренко, М.О. Білик, А.В. Кулешов та ін., за ред. В.П. Туренка, М.О. Білика. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Вид. 2-ге, допов. Харків: Майдан, 2019. 330 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 06.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 23.10.2025

Дата публікації: 05.12.2025