CHAPTER «AGRICULTURAL SCIENCES»

APPLICATION OF ECOLOGICALLY SAFE PROTECTION OF GRAIN EAR CROPS WHEN GROWING THEM IN THE CONDITIONS OF THE EASTERN PART OF THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОГО ЗАХИСТУ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЇХ В УМОВАХ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Oleksandr Vinyukov[1]
Roman Vyskub[2]

DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-436-8-6

Abstract. Schemes for protecting winter wheat and spring barley crops using biological preparations for treating seeds and plants to increase their productivity are relevant research for the development of crop production. *The purpose of the paper* is to study the influence of technological methods when growing winter wheat and spring barley on the incidence of crop diseases and crop productivity. *Methodology* of the study is based on general research methods and methodological approaches certified and standardized in Ukraine. When carrying out the work, general scientific research methods were used: field, laboratory, measurement and weight, calculation and comparative methods, methods of mathematical statistics. *Results* of the research showed that the degree of development of diseases of winter wheat and spring barley varied depending on the use of various agrotechnological measures during cultivation. When using growth-regulating drugs, the percentage of development of powdery mildew and

[1] Doctor of Agriculture Sciences, Professor, Director,
Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine
[2] Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director of Research and Innovation,
Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine

© Oleksandr Vinyukov, Roman Vyskub

septoria fluctuated between 10-15%. The greatest development of diseases was in the control variant (seed protectant Funaben, 2.5 l/t) – 25% and 15%, respectively. The highest percentage of development of pyrenophorosis disease on winter wheat crops was noted in the control variant – 40%, the least development of the disease (25%) was in the variant with the complex use of the drugs Funaben + Amalgerol + Yamato + Scaba. The most harmful disease of spring barley plants in the eastern part of the northern Steppe of Ukraine is net helminthosporium. On the background of nutrition N30P30 when using biological preparations for treating seeds and plants, the development of the disease was in the range of 8-15%; on the background of nutrition with the addition of vermicompost (1 t/ha) the development of the disease was in the range of 10-18%, which corresponds to the resistance of plants against the disease. The greatest profit of 23,850 UAH/ha and profitability of 188.5% was obtained with the scheme of protecting winter wheat with Funaben+Amalgerol+Yamato+Scaba (the highest yield was obtained – 7.3 t/ha). Against the background of nutrition N30P30, the highest yield of spring barley was obtained – 5.2 t/ha, the highest profit was 14,250 UAH/ha and profitability was 121.3% with the protection scheme with Microhumin + Baikal preparations (seed treatment) (). Against the background of feeding vermicompost (1 t/ha), the highest yield of 4.3 t/ha with the complex use of Microhumin (seed treatment) + Ecostimul (spraying plants during the tillering phase) provided a net profit of 10,560 UAH/ha, profitability of 96. 5%. Conclusions. The use of biological preparations in the cultivation of cereal crops is both an ecologically safe method of protecting them from diseases and a means of increasing productivity and economic efficiency in the conditions of the eastern part of the Northern Steppe of Ukraine.

1. Вступ

Збільшення виробництва зерна на сьогодні є однією з найважливіших задач для забезпечення подальшого розвитку сільського господарства України в усіх її природно-кліматичних зонах. Від її вирішення напряму залежить задоволення зростаючих потреб населення в продуктах харчування і розвитку галузі тваринництва. При цьому важливим фактором підвищення ефективності зернової галузі є екологічно чисте і раціональне використання грунтово-кліматичних, біологічних, техно-

генних і трудових ресурсів, які потребують більшої орієнтації зерновиробництва на створення умов для виробництва зернових культур [1; 2].

Для підвищення рівня біологічного потенціалу зернових культур важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування, які повинні базуватися на доборі адаптованих до умов східної частини Північного Степу України високопродуктивних сортів та застосуванні сучасних біопрепаратів [3–5].

Численними дослідженнями визначено, що на формування врожайності та основних показників якості зерна істотно впливає живлення рослин. В умовах східної частини Північного Степу України цей фактор посідає друге місце, а в першому мінімумі знаходиться забезпеченість рослин вологою. Сучасне аграрне виробництво має базуватись на елементах технології, спрямованих на забезпечення високої продуктивності культури, розкритті генетичного потенціалу сорту залежно від напряму використання [6–8]. Разом з тим технологія має бути ресурсозберігаючою й мінімізувати негативний вплив на екологічний стан природного середовища [9; 10]. За посушливих умов зони вирощування вона має забезпечувати ощадливе використання вологи на формування врожаю та недопущення непродуктивних її втрат.

Біопрепарати розглядаються як екологічно чистий і економічно вигідний спосіб підвищення врожайності сільськогосподарських культур, які дають змогу більш повно реалізувати потенційні природні можливості зернових культур [11–18]. Застосування позакореневих підживлень препаратами, які в своєму складі містять мікроелементи, сприяє мінімізації негативного впливу середовища за зміни клімату, забезпечує підвищення врожайності зерна та зростання ефективності вирощування сільськогосподарських культур [19–24].

Реалізація потенціалу урожайності зернових культур значною мірою визначається фітосанітарним станом посівів, тобто поширенням шкідливих організмів, що спричиняє різний ступінь ураження рослин хворобами, пошкодження шкідниками та наявністю у посівах зернових культур небажаної рослинності – бур'янів. Для того, щоб система захисту посівів була ефективною з економічної та енергетичної точок зору її необхідно коригувати з урахуванням погодних умов року, рівня родючості ґрунту і застосування добрив, інтенсивності розвитку культурних рослин та

бур'янів, поширення і ступеня пошкодження рослин шкідниками і хворобами. Надзвичайно важливим при цьому є знання біології шкідливих організмів, а також економічного порогу їх шкідливості [25; 26].

Обмеження негативної дії шкідливих організмів зернових культур є одним із важливих факторів нарощування обсягів виробництва зерна в країні. Шкідники і хвороби супроводжують зернові культури від їх сівби до збирання врожаю і навіть після збирання. Нема такого органу рослини, який би не підлягав ризику ураження чи пошкодження. Результати їх впливу на рослини проявляються у вигляді плямистостей, нальотів, перетворення колосся і зерна в сажкову масу, загнивання, зниження продуктивності, а то й повної загибелі рослин. Щорічні втрати врожаю зерна від хвороб і шкідників у Степу України складають від 20 до 30 %, і вище – в роки значного їх розповсюдження. На рівень втрат значною мірою впливають погодно-кліматичні умови року, стійкість сорту, технологія вирощування культури та інші чинники [27–29].

Результати аналізу різних наукових досліджень свідчать, що більша частина втрат врожаю зерна в зоні Степу спричиняється численними грибними збудниками.

Найбільш шкідливими в зоні Степу України є такі хвороби, як: сажкові (збудники – базидіальні гриби з трьох родів порядку *Ustilaginales* – *Tilletia*, *Ustilago* та *Urocystis*), іржасті (збудники – базидіальні гриби порядку *Uredinales* роду *Puccinia*), кореневі гнилі (збудник – напівпаразитні гриби). Залежно від збудників коренева гниль буває гельмінтоспоріозна, фузаріозна, офіобольозна та церкоспорельозна.

В зоні Степу найбільш шкідливою є звичайна коренева гниль – збудник *Bipolaris sorokiniana Shoem* (*Helminthosporium sativum Pamel*), борошниста роса (збудник – сумчастий гриб порядку *Erysiphales*) та плямистості листя: септоріоз (збудник – недосконалі гриби з порядків *Sphaeropsidales* та *Hyphomicetales*), темно-бура плямистість (збудник – недосконалі гриби *Bipolaris sorokiniana Shoem* (*Helminthosporium sativum P., K. et B*) та *Drechslera tritici – repentis Ito* (*Helminthosporium tritici – repentis Died.*).

Використання хімічних препаратів і нині посідає головне місце в інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Проте не обґрунтоване застосування хімічних препаратів веде до забруднення довкілля і сільськогосподарської продукції, отруєння людини і тварин, зни-

щення корисної ентомофауни. Подальший розвиток теорії і практики хімічного захисту рослин має бути пов'язаний з розробкою питання обґрунтованого включення пестицидів в інтегровані системи фітосанітарних заходів, де враховуються екологічні особливості шкідливих і корисних організмів та властивості хімічних препаратів [30–32].

Одним із перспективних напрямів екологізації методу захисту рослин може стати впровадження у виробництво препаратів на основі сполук, за рахунок яких можливо підвищити стійкість рослин проти патогенів і фітофагів. Такими речовинами є регулятори росту рослин, які відрізняються від пестицидів біорегуляторною дією, вони безпечні для довкілля, людини і тварин, застосовуються в мінімальних нормах [33–37]. Позитивні наслідки цього підходу в захисті рослин ще недостатньо розкриті і мало вивчені.

Поки що порівняно небагато наукових досліджень присвячено питанням використання біопрепаратів з умістом мікроелементів для позакореневого підживлення за вирощування ячменю ярого та пшениці озимої з метою підвищення їх продуктивності та захисту. Комплексні дослідження проведено в недостатньому обсязі. Відповідно, подальша робота в цьому напряму має наукову, теоретичну та практичну зацікавленість і є актуальною для розвитку рослинництва в умовах східної частини Північного Степу України.

За кліматичними умовами Донецька область, яка розташована в східні частині Північного Степу України, належить до зони ризикованого нестійкого землеробства. Клімат – континентальний з посушливими явищами. Зима прохолодна з нестійким сніговим покривом, літо жарке. Середня температура січня -4...-6 °С, липня +23...+24 °С. Недобір опадів у критичні періоди розвитку сільськогосподарських культур супроводжується, як правило, значним перевищенням середньодобових температур повітря порівняно з багаторічними даними.

У період активної вегетації сільськогосподарських культур кількість опадів зазвичай складає 290–320 мм, сума активних температур повітря – 3000-3200 °С, гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,9. У посушливі роки дефіцит вологи може бути вдвічі більшим проти багаторічного показника. Посушливість обумовлена не стільки загальною кількістю опадів, скільки нерівномірним їх розподілом, особливо в період формування і наливу зерна.

В Донецькому регіоні за останні 15 років зафіксовано підвищення середньої температури на 0,8°С. Розподіл температури на протязі року показує, що значно більш теплим став зимовий період, середньомісячні температури зросли на 1–2,5°С. В останні роки все більше посилюються в регіоні негативні впливи посушливих погодно-кліматичних умов. У регіоні відмічається перевищення інтенсивності температурного росту, температура порівняно з багаторічними нормами в останні роки зросла на +2,5...+3,0 °С [38].

Аналіз гідрометеорологічних умов останніх років (табл. 1) показав, що під час вегетації ячменю ярого температура повітря частіше перевищує багаторічний показник на 0,5-3,1°С. Кількість опадів в основному була нижча від багаторічних від 11,0 до 54,9 мм.

Роки досліджень були різними за агрокліматичними умовами. Аналіз метеорологічних даних показав, що період формування і наливу зерна відзначався перевищенням середньодобової температури відносно середніх багаторічних показників (від 3,5 °С до 5,1 °С), відмічено також різке коливання запасів продуктивної вологи.

У 2021 р. річна сума опадів склала лише 238 мм, тобто рік був посушливим (180–270 мм). Розрахунок гідротермічного коефіцієнту в період наливу зерна показав найменше значення за роки досліджень (0,56).

Порівняно із середніми багаторічними показниками у 2022 р. кількість опадів і вологість повітря були підвищеними, тобто рік за сумою опадів (536 мм) вважається вологим (450–550 мм). Гідротермічний коефіцієнт під час наливу зерна становив 1,63. Середнє значення ГТК становило 1,74, тобто умови були надмірно зволожені.

2023 рік виявився нестабільним за температурою та вологозабезпеченням. Квітень та травень характеризувалися надмірною вологою, проте температурний режим був нижчим за середньобагаторічні показники, що не могло не позначитись на вегетації рослин. З початком червня розпочалось інтенсивне наростання середньодобової температури, що призвело до сильної посухи та знизило показник ГТК до 0,2. Гідротермічний коефіцієнт у період наливу зерна становив 1,02.

Зміни температури і умов зволоження істотно впливали на стан рослин пшениці озимої та ячменю ярого, особливо на їх схильність до захворювань.

Таблиця 1

Метеорологічні умови весняно-літніх періодів Донецької області

Рік	Місяць	Температура повітря, °С		Сума опадів, мм		ГТК	Умови
		середня	±до багато-річних	середня	±до багато-річних		
2019	квітень	12,3	+2,8	26,0	-17,2	0,7	середня посуха
	травень	18,7	+3,1	8,7	-33,1	0,2	дуже сильна посуха
	червень	21,8	+2,4	40,2	-26,5	0,6	середня посуха
2020	квітень	10,9	+1,4	54,2	-11,0	2,1	надмірно волого
	травень	18,2	+2,6	41,7	-0,1	0,6	середня посуха
	червень	22,5	+3,1	25,0	-41,7	0,4	сильна посуха
2021	квітень	8,2	+0,5	5,8	-37,4	0,15	дуже сильна посуха
	травень	13,7	-1,9	95,0	+53,2	2,2	надмірно волого
	червень	22,5	+3,1	11,8	-54,9	0,2	дуже сильна посуха
2022	квітень	9,3	-0,2	32,0	-4,6	1,72	надмірно волого
	травень	16,4	+0,8	34,3	-7,5	0,7	слабка посуха
	червень	20,2	+0,8	168,9	+102,2	2,8	надмірно волого
2023	квітень	8,4	-1,1	65,2	+22,0	4,0	надмірно волого
	травень	14,9	-0,7	66,7	+24,9	1,4	надмірно волого
	червень	21,8	+2,4	10,5	-56,2	0,2	дуже сильна посуха

Протягом 2021–2023 рр. науковцями Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук України проводились дослідження ефективності різних варіантів використання регуляторів росту та біопрепаратів при вирощуванні пшениці озимої та ячменю ярого на розвиток найбільш шкодочинних хвороб в умовах східної частини Північного Степу.

Метою досліджень було вивчити вплив технологічних заходів при вирощуванні пшениці озимої та ячменю ярого на ураженість посівів хворобами та продуктивність культур.

Під час виконання роботи використовувались загальнонаукові методи досліджень: польовий, лабораторний, вимірювально-ваговий, розрахунково-порівняльний, методи математичної статистики.

Дослідження проводилися з використанням атестованих та стандартизованих в Україні методик і методичних підходів, зокрема: Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. (2000) та «Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ» (1988).

Оцінки на стійкість проти грибних хвороб та шкідників у польових умовах проводили за Методологією оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб за ред. С.О. Трибеля (2010).

Оцінку ураженості зернових іржею проводили по комбінованій шкалі Т.Д. Страхова, а борошнистою росою і гельмінтоспоріозом за методикою М.В. Горленко.

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний, важкосуглинний. Вміст гумусу – 4,9 %, pH – слабо лужна, близька до нейтральної, вміст загальних форм азоту – 0,22, фосфору – 0,14 %.

Посівна площа ділянки – 84 м^2, облікова – 76,9 м^2. Дослідження проводяться у багатофакторних польових дослідах, закладених за методом послідовних ділянок, систематичним способом. Повторність у дослідах – триразова.

Сівбу здійснювали сівалкою СН-16 в агрегаті з трактором Т-25. Спосіб сівби – суцільний рядковий, із шириною міжрядь 15 см. Глибина загортання насіння в ґрунт 5-6 см. З метою покращання умов для його проростання проводили ущільнення ґрунту кільчасто-шпоровими котками ЗККШ – 6А.

2. Сорт – як елемент біологічного захисту посівів

Імунітет до збудників хвороб може розглядатись як складова частина адаптаційної властивості рослинного організму. Особливості взаємозв'язків генетичних систем рослини-живителя та патогену в конкретних умовах навколишнього середовища вказують на постійну конкуренцію рівня адаптації їх генетичних систем, тобто показник стійкості рослинного організму до патогену завжди динамічний. Культурна рослина, позбавлена здатності сама «реагувати» на негативний вплив збудників хвороб, при цьому не знижуючи очікуваної кількості цінної біомаси, потребує постійної «підтримки» з боку людини [39; 40].

Вирощування стійких сортів культурних рослин – екологічно безпечний метод їх захисту від хвороб. Разом із тим переваги багатьох стійких

сортів є короткотривалими, оскільки під час їх вирощування виникають нові типи фітопатогенних мікроорганізмів або збільшується частота їх виникнення, що послаблює існуючу стійкість. Особливо небезпечними вважаються широко спеціалізовані некротрофні види грибів, які здатні паразитувати на значній кількості видів культурних рослин, швидко накопичуватись і зберігатись на насінні, плодах, коренеплодах, рослинних рештках та у ґрунті впродовж тривалого часу [41].

Тому стійкий сорт, особливо створений шляхом генетичного модифікування, є потужним чинником спрямованого добору в популяціях мікроорганізмів за ознаками патогенності та агресивності, а сприйнятливий сорт – потужним чинником росту їх популяцій. Вони значною мірою впливають на якісні та кількісні показники фітопатогенного фону, що значно погіршує умови агрофітоценозів і певною мірою біологічну безпеку агроекосистем [42].

Складність і неоднорідність прояву стійкості рослин до хвороб вказує на складність самої природи імунітету рослин. Наразі розрізняють дві головні категорії імунітету – природній та набутий імунітет. В свою чергу, природній імунітет рослин розділяють на: пасивний імунітет, який зумовлюється наявністю морфологічних, цитологічних, біохімічних і інших властивостей самого рослинного організму, що вже самі по собі є бар'єром для збудників хвороб (габітус рослин, опушення рослин, товщина кутикулярного шару, восковий наліт, хімічний склад рослин і інше); та активний імунітет, який проявляється безпосередньо під впливом фітопатогенів, проявом такого типу імунітету є реакція надчутливості, посилення окисних реакцій, посилення ферментативної реакції, синтезу фітоалексинів, фагоцитоз [32].

Механізми стійкості рослин до хвороб зернових культур умовно можна об'єднати в три види: функціональної стійкості (стійкість, обумовлена особливостями функціональних параметрів рослин), морфологічної толерантності (здатність рослин протистояти пошкодженням без зменшення продуктивності), онтогенетичного ухилення (стійкість, обумовлена особливостями онтогенетичного розвитку) [43; 44].

Стійкість рослин до окремого патогену пояснюється теорією Ван дер Планка про вертикальну і горизонтальну стійкість. Згідно цієї теорії сорт, який стійкий до однієї або декількох рас, володіє вертикальною стійкістю, що контролюється незначною кількістю великих генів.

Фенотипово цей вид стійкості проявляється як реакція надчутливості. Отже, фактори вертикальної стійкості відносяться до активного фізіологічного імунітету. Горизонтальною стійкістю вважають середню стабільну стійкість, яка продукується багатьма малими генами. Тому важливо вивчати сорти не лише за ступенем імунітету, а й за їх впливом на агресивність фітопатогенних грибів [45–47].

Одним із видів стійкості сорту, як вищої одиниці популяційного порядку, є гетерогенність (багато лінійність) самого сорту, що полягає в наявності різних типів стійкості окремих рослин, що нівелюють дію окремих високо вірулентних та агресивних рас патогенну, а також може сприяти стримуванню прогресуванню появи нових рас патогенів. З огляду на високу шкодочинність грибкових хвороб зернових культур велике значення в розв'язанні цієї проблеми має підвищення рівня стійкості сучасних сортів, оскільки рідко трапляються генотипи з комплексною стійкістю до збудників цих хвороб.

Селекційна робота зі створення сортів стійких до основних збудників хвороб за багато років досягла значних успіхів [48–50]. Проте, слід відмітити, що постійно з'являються нові штами патогенів. Це постійна боротьба, перемогти в якій можна лише за допомогою засобів захисту рослин.

3. Ефективність застосування схем захисту пшениці озимої з використанням регуляторів росту різного походження

Дослідження проводились на сорті пшениці озимої селекції Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України Ігриста протягом 2021–2023 рр. Попередник – чорний пар, норма висіву – 5 млн схожого насіння на 1 га, строк сівби – 25-30 вересня.

Вивчались три схеми захисту пшениці озимої у порівнянні з контролем:

1. Контроль – Фунабен (2,5 л/т).

2. Фунабен (2,5 л/т) + обробка гербіцидом Пледж на 3 день після сівби (80 г/га).

3. Фунабен (2,5 л/т) + Амалгерол (1,5 л/т) + Скаба (30 мл/т) + обробка гербіцидом Пледж у фазі 2-х листків (60 г/га).

4. Фунабен (2,5 л/т) + Амалгерол (1,5 л/т) + Ямато (100 мл/т) + Скаба (30 мл/т).

Препарат Фунабен призначений для протруювання насіння зернових культур від цілого спектру хвороб: сажкові хвороби, кореневі гнилі, снігова пліснява та інш.

Амалгерол – це унікальний продукт, який одночасно впливає на рослину, як стимулятор росту, і активує ґрунтову мікрофлору, що, в свою чергу, забезпечує краще поглинання кореневою системою макро- і мікроелементів.

Прилипач Скаба підвищує ефективність фунгіцидів, інсектицидів та гербіцидів через збільшення контактної дії та підвищення стійкості препаратів до змивання, забезпечує більш довготривалий захист.

Фунгіцид Ямато – це поєднання двох діючих речовин з різних хімічних груп з відмінним механізмом дії на патогени, що забезпечує високу ефективність проти таких хвороб як: церкоспороз, септоріоз, фузаріоз, біла та сіра гнилі, антракноз, борошниста роса.

Згідно схеми досліду на третій день після посіву та після сходів у фазі двох листків посіви були оброблені гербіцидом Пледж.

Основні елементи структури врожаю залежно від агротехнологічних заходів представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Елементи структури врожаю пшениці озимої залежно від агротехнологічних заходів вирощування, 2021–2023 рр.

№ з/п	Варіант	Висота рослин, см	Продуктивна кущистість	Довжина колосу, см	Кількість зерна в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га
1	Контроль	73,0	2,4	7,2	30,6	42,1	6,7
2	Фунабен+ Пледж	76,6	2,3	7,7	31,5	42,6	6,6
3	Фунабен+ Амалгерол+ Скаба + Пледж	74,8	2,5	7,9	30,8	42,3	6,9
4	Фунабен+ Амалгерол+ Ямато+ Скаба	73,0	2,4	8,3	35,5	43,4	7,3
$НІР_{05}$				0,4	1,6	1,4	0,5

При проведенні досліджень щодо визначення ефективності застосування схем захисту пшениці озимої з використанням рістрегулюю-

чих препаратів виявлено, що запропоновані схеми захисту по різному впливали на формування елементів структури урожаю. Так, при комплексному застосуванні препаратів Фунабен+ Пледж (обробка на 3 день після посіву) сформувалась найнижча серед варіантів продуктивна кущистість – 2,3. На варіанті з комплексним використанням препаратів Фунабен+ Амалгерол+ Скаба+ Пледж (обробка у фазі 2-х листків) сформована найбільша продуктивна кущистість – 2,5.

Всі варіанти досліду мали позитивний вплив на рослини пшениці озимої при формуванні довжини колосу, маси 1000 зерен та урожайності. Так, на всіх варіантах довжина колосу була вища, ніж на контролі. Найбільша довжина колосу – 8,3 см, що на 1,1 см перебільшувала контроль, відмічена на варіанті, де застосовували комплексно препарати Фунабен+ Амалгерол+ Ямато+ Скаба. Застосування цих препаратів також сприяло формуванню найвищої маси 1000 зерен – 43.4 г і урожайності – 7,3 т/га.

Найбільш шкодочинними хворобами на рослинах пшениці озимої в умовах східної частини північного Степу України є борошниста роса, септоріоз та піренофороз. Під час вегетації рослин пшениці озимої було оцінено розвиток хвороб. Ступінь ураження основними хворобами залежно від застосування препаратів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Оцінка розвитку найбільш шкодочинних хвороб пшениці озимої в умовах східної частини північного Степу України залежно від агротехнологічних заходів, 2021–2023 рр.

Варіант	Борошниста роса, %		Септоріоз листя, %		Піренофороз, %	
	Розвиток хвороби, %	Стійкість, бал	Розвиток хвороби, %	Стійкість, бал	Розвиток хвороби, %	Стійкість, бал
Контроль	25	6	15	5	40	4
Фунабен+ Пледж	15	6	10	6	35	4
Фунабен+Амалгерол+ Скаба+ Пледж	10	7	10	6	30	4
Фунабен+Амалгерол+ Ямато+ Скаба	10	7	13	5	25	5

Встановлено, що залежно від застосування різних агротехнологічних заходів при вирощуванні пшениці озимої змінювався відсоток розвитку хвороб. Так, при проведенні обліків щодо розвитку борошнистої роси, встановлено, що найбільший відсоток розвитку хвороби був на контрольному варіанті – 25%. При застосуванні препаратів відсоток розвитку хвороби дещо знижувався до рівня 10-15%.

Обстеження рослин пшениці озимої щодо розвитку септоріозу показало, що розвиток хвороби при застосуванні різних агротехнологічних прийомів коливався в межах 10-15%. Найбільший розвиток хвороби було відмічено на контрольному варіанті – 15%.

При проведенні обліків хвороби відмічене, що найбільшого розвитку на рослинах пшениці озимої мало таке захворювання, як піренофороз. Розвиток хвороби залежно від заходів агротехнологічних заходів був в межах 25-40%. Найбільший відсоток розвитку піренофорозу також відмічене на контрольному варіанті – 40%. Найменшим розвиток хвороби (25%) був на варіанті із комплексним застосуванням препаратів Фунабен+ Амалгерол+ Ямато+ Скаба.

4. Вплив елементів біологізації вирощування ячменю ярого на розвиток рослин та ступінь ураження сітчастим гельмінтоспоріозом

Для визначення ефективності елементів біологізації вирощування ячменю ярого на розвиток рослин та ступінь ураження сітчастим гельмінтоспоріозом (найбільш шкодочинна хвороба в умовах східної частини північного Степу України) було обрано новий сорт ячменю ярого – Бравий. Попередник – пшениця озима.

Під посів було внесені мінеральні добрива $N_{30}P_{30}$ для першої частини досліду та біогумус 1 т/га для другої частини досліду. Посів дослідів проведений 18 квітня.

Згідно схеми дослідів до посіву (табл. 3) та в період вегетації рослин ячменю ярого було проведено всі заплановані обробки насіння та рослин. Основні біометричні показники, а також розвиток сітчастого гельмінтоспоріозу залежно від агротехнологічних заходів представлені в таблиці 4.

За результатами досліджень встановлено, що при вирощуванні ячменю ярого сорту Бравий застосування біопрепаратів на різних фонах добрив по різному впливали на формування біометричних показників.

Таблиця 4

Біометричні показники та ступінь ураження сітчастим гельмінтоспоріозом рослин ячменю ярого залежно від агротехнологічних заходів вирощування, 2021–2023 рр.

Елемент технології		Висота, см	Кількість стебел, шт./м^2		Коефіцієнт кущіння		Сітчастий гельмінтоспоріоз	
			загал.	прод.	загал.	прод.	розвиток хвороби, %	стійкість, бал
$N_{30}P_{30}$	Мікрогумін*	100	856,9	496,1	1,9	1,1	23	5
	Мікрогумін+Байкал*	100	803,7	592,2	1,9	1,4	15	6
	Мікрогумін* +Біоритм**	98	760	617,5	1,6	1,3	15	6
	Мікрогумін* +Екостимул	100	688,5	596,7	1,5	1,3	13	6
	Байкал* +Біоритм* *	96	761,4	549,9	1,8	1,3	10	7
	Байкал * +Екостимул**	94	718,4	583,7	1,6	1,4	8	7
	Байкал*	94	917,7	579,6	1,9	1,2	10	7
	Біоритм**	94	715,2	581,1	1,6	1,4	15	6
	Екостимул**	94	708,8	531,6	1,6	1,2	9	7
Біогумус – 1 т/га	Мікрогумін*	88	787,2	492	1,6	1	14	6
	Мікрогумін+Байкал *	84	727,5	533,5	1,5	1,1	14	6
	Мікрогумін*+Біоритм**	82	723	530,2	1,5	1,1	16	6
	Мікрогумін*+Екостимул**	88	712	534	1,6	1,2	11	7
	Байкал*+Біоритм* *	84	710,4	532,8	1,6	1,2	10	7
	Байкал*+Екостимул* *	90	747,2	560,4	1,6	1,2	12	7
	Байкал*	88	737,6	553,2	1,6	1,2	15	6
	Біоритм**	84	705	517	1,5	1,1	10	7
	Екостимул**	82	727,2	484,8	1,8	1,2	18	6

Примітка: * – обробка насіння; ** – обприскування рослин у фазу кущіння

На фоні живлення $N_{30}P_{30}$ при застосуванні Мікрогуміну та Мікрогумін+Байкал для обробки насіння, Мікрогумін (обробка насіння)+ Екостимул (обробка рослин у фазу кущіння) дало змогу отримати найбільш високі рослини – 100 см. На фоні живлення біогумус (1 т/га) найбільш високі рослини були на варіанті, де застосовували Байкал (обробка насіння)+Екостимул (обробка рослин у фазу кущіння) – 90 см.

Найкращий коефіцієнт продуктивного кущіння 1,4 було сформовано на фоні внесення мінеральних добрив N30P30, при застосуванні біопрепаратів на варіантах Мікрогумін+Байкал (обробка насіння), Байкал (обробка насіння)+Екостимул (обробка рослин у фазу кущіння), Біоритм (обробка рослин у фазу кущіння). При внесенні біогумусу застосування біопрепаратів для обробки насіння та рослин ячменю ярого на більшості варіантів сформувався коефіцієнт продуктивного кущіння 1,2.

Під час вегетації рослин ячменю ярого було проведено обліки розвитку найбільш шкодочинної хвороби в умовах східної частини північного Степу України – сітчастого гельмінтоспоріозу. За результатами проведених обліків і спостережень виявлено, що відсоток розвитку хвороби при застосуванні біопрепаратів для на різних фонах живлення сприяв стримуванню розвитку хворби. Так, на фоні живлення із внесенням мінеральних добрив лише на варіанті із застосуванням Мікрогуміну для обробки насіння рослини ячменю ярого мали 23% розвитку хвороби, що відповідає слабкій сприйнятливості. На всіх інших варіантах розвиток хворби був в межах 8–15%. Ці показники вказують на те, що рослини ячменю ярого мали стійкість проти сітчастого гельмінтоспоріозу.

На фоні живлення із внесенням біогумусу (1т/га) при застосуванні біопрепаратів для обробки насіння та рослин розвиток хвороби був в межах 10–18 %. Відповідно бал стійкості був 6–7, що відповідає стійкості рослин проти хвороби.

Застосування різних біопрепаратів при вирощуванні ячменю ярого на різних фонах живлення по різному впливали на формування маси 1000 зерен. Так, найбільша маса 1000 насінин була отримана на варіанті, де застосовували Мікрогумін для обробки насіння на мінеральному фоні живлення $N_{30}P_{30}$, і становла 51,6 г. На фоні живлення із внесенням біогумусу (1т/га) найбільша маса 1000 зерен також була отримана на варіанті, де застосовували Мікрогумін для обробки насіння. Цей показник склав 44,8 г.

Основні показники структури урожайності ячменю ярого, а також урожайність залежно від агротехнологічних заходів вирощування, представлені в таблиці 5.

Застосування препаратів на мінеральному фоні живлення дало змогу отримати урожайність від 4,0 до 5,2 т/га. Найбільша урожай-

Таблиця 5

Показники структури урожаю ячменю ярого та врожайність залежно від агротехнологічних заходів вирощування, 2021–2022 рр.

Елемент технології		Довжина колосу, см	Кількість зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га			
					2021	2022	2023	середнє
$N_{30}P_{30}$	Мікрогумін*	6,2	15,9	51,6	5,0	4,4	4,7	4,7
	Мікрогумін+Байкал*	5,3	14,2	45,7	4,8	5,6	5,2	5,2
	Мікрогумін* +Біоритм**	5,7	15,7	39,6	4,0	5,0	4,5	4,5
	Мікрогумін* +Екостимул **	5,8	15,2	36,7	4,1	3,9	4,0	4,0
	Байкал* +Біоритм* *	5,4	14,3	40,3	4,1	4,2	4,1	4,1
	Байкал * +Екостимул**	5,5	14,8	45,6	4,4	5,6	5,0	5,0
	Байкал*	5,6	15,4	41,1	4,4	4,4	4,4	4,4
	Біоритм**	6,0	15,7	42,1	4,4	5,0	4,7	4,7
	Екостимул**	5,4	14,7	39,7	3,1	4,9	3,9	4,0
Біогумус (1 т/га)	Мікрогумін*	6,0	15,6	44,8	3,8	3,3	3,6	3,6
	Мікрогумін+Байкал *	5,7	15,4	39,0	3,8	4,0	3,9	3,9
	Мікрогумін*+Біоритм**	6,0	16,2	41,2	4,4	4,0	4,2	4,2
	Мікрогумін*+Екостимул**	6,1	15,8	41,7	3,7	4,8	4,2	4,3
	Байкал*+Біоритм**	5,6	15,6	43,6	3,9	4,3	4,1	4,1
	Байкал*+Екостимул**	6,0	16,0	37,3	4,1	3,9	4,0	4,0
	Байкал*	5,9	14,9	36,2	3,5	3,8	3,7	3,7
	Біоритм**	5,8	15,7	36,7	3,6	4,1	3,8	3,8
	Екостимул**	5,9	15,5	37,8	3,3	4,1	3,7	3,7
$НІР_{05}$	для фактора удобрення							0,17
	для фактора препаратів							0,37
	для взаємодії факторів							0,52

Примітка: * – обробка насіння; ** – обприскування рослин у фазу кущіння

ність 5,2 т/га була сформована на варіанті із комплексним застосуванням препаратів Мікрогумін + Байкал для обробки насіння.

Використання біопрепаратів для обробки насіння та рослин ячменю ярого у фазу кущіння на фоні живлення із внесенням біогумусу сприяло формуванню урожайності від 3,6 т/га при застосуванні Мікрогу-

міну для обробки насіння до 4,3 т/га при комплексному застосуванні препаратів Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (обробка рослин у фазу кущіння).

За даними проведених досліджень, можна зробити висновок, що застосування біопрепаратів для обробки насіння та рослин ячменю ярого в фазу кущіння більш позитивно впливало на формування урожайності при використанні їх на фоні живлення із внесенням мінеральних добрив з нормою $N_{30}P_{30}$.

5. Економічна ефективність досліджуваних агротехнологічних заходів при вирощуванні зернових колосових культур

Для розрахунку основних показників ефективності вирощування пшениці озимої та ячменю ярого (табл. 6, 7) були використані прайс-листи на матеріали і продукцію, дані польового досліду, технологічна карта.

Таблиця 6

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої, 2021–2023 рр.

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т зерна, грн	Чистий дохід, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
1	Контроль	6,7	12200	1820,9	33500	21300	174,6
2	Фунабен+ Пледж	6,6	12530	1898,5	33000	20470	163,4
3	Фунабен+Амалгерол+ Скаба+ Пледж	6,9	12640	1831,9	34500	21860	172,9
4	Фунабен+Амалгерол+ Ямато+ Скаба	7,3	12650	1732,9	36500	23850	188,5

Середня ціна реалізаційних цін за роки досліджень складає 5000 грн/т. Згідно таблиці 6, можна сказати, що найбільший прибуток (23850 грн/га) та найвища рентабельність (188,5%), як і показник урожайності (7,3 т/га), були на варіанті 4 (Фунабен+Амалгерол+ Ямато+Скаба).

Найменший показник урожайності був на 2 варіанті досліду, при використанні препаратів Фунабен+Пледж, який складає 6,6 т/га. Відповідно одержано прибуток – 20470 грн/га та рентабельність 163,4%, що на 11,2% нижче за контроль.

Таблиця 7

Економічна ефективність вирощування ячменю ярого, 2021–2023 рр.

	Елемент технології	Урожайність, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т зерна, грн	Чистий дохід, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
$N_{30}P_{30}$	Мікрогумін*	4,7	11700	2489,4	23500	11800	100,9
	Мікрогумін+Байкал*	5,2	11750	2259,6	26000	14250	121,3
	Мікрогумін* +Біоритм**	4,5	11730	2606,7	22500	10770	91,8
	Мікрогумін* +Екостимул **	4,0	11740	2935,0	20000	8260	70,4
	Байкал* +Біоритм* *	4,1	11690	2851,2	20500	8810	75,4
	Байкал * +Екостимул**	5,0	11700	2340,0	25000	13300	113,7
	Байкал*	4,4	11650	2647,7	22000	10350	88,8
	Біоритм**	4,7	11630	2474,5	23500	11870	102,1
	Екостимул**	4,0	11640	2910,0	20000	8360	71,8
Біогумус (1 т/га)	Мікрогумін*	3,6	10900	3027,8	18000	7100	65,1
	Мікрогумін+Байкал *	3,9	10950	2807,7	19500	8550	78,1
	Мікрогумін*+Біоритм**	4,2	10930	2602,4	21000	10070	92,1
	Мікрогумін*+Екостимул**	4,3	10940	2544,2	21500	10560	96,5
	Байкал*+Біоритм* *	4,1	10890	2656,1	20500	9610	88,2
	Байкал*+Екостимул* *	4,0	10900	2725,0	20000	9100	83,5
	Байкал*	3,7	10850	2932,4	18500	7650	70,5
	Біоритм**	3,8	10830	2850,0	19000	8170	75,4
	Екостимул**	3,7	10840	2929,7	18500	7660	70,7

Примітка: * – обробка насіння; ** – обприскування рослин у фазу кущіння

При використанні фону живлення $N_{30}P_{30}$ найбільша врожайність була на варіанті 2 при використанні препаратів Мікрогумін+Байкал (обробка насіння), яка склала 5,2 т/га. Виробничі витрати склада-

ють 11750 грн/га, собівартість 1 т зерна – 2259,6, чистий прибуток – 14250 грн/га. Рентабельність – 121,3%.

Найменший економічний показник рентабельності (70,4%) на фоні живлення $N_{30}P_{30}$ був при комплексному застосуванні препаратів Мікрогумін (обробка насіння)+Екостимул (обприскування рослин у фазу кущіння), що на 42% нижчий за варіант 2.

На фоні живлення біогумус (1 т/га) найвищий показник урожайності був на варіанті 4 при комплексному використанні препаратів Мікрогумін (обробка насіння)+Екостимул (обприскування рослин у фазу кущіння), який склав 4,3 т/га, виробничі витрати – 10940 грн/га, собівартість 1 т зерна – 2544,2 грн., чистий прибуток – 10560 грн/га, рентабельність 96,5%.

Найнижчий показник рентабельності на фоні живлення біогумус (1 т/га) був при використанні препаратів Байкал (обробка насіння) та Екостимул (обприскування рослин у фазу кущіння), який склав 70,5% та 70,7% відповідно, що на 26,9% менший за варіант 4.

6. Висновки

1. Селекційна робота зі створення сортів стійких до основних збудників хвороб за багато років досягла значних успіхів. Проте, постійно з'являються нові штами патогенів, перемогти які можна лише за допомогою засобів захисту рослин. При проведенні досліджень встановлено, що ступінь розвитку хвороб пшениці озимої та ячменю ярого змінювався залежно від застосування різних агротехнологічних заходів при вирощуванні.

2. Найбільший відсоток розвитку борошнистої роси на посівах пшениці озимої був на контрольному варіанті (протруювач насіння Фунабен, 2,5 л/т) – 25%. При застосуванні рістрегулюючих препаратів відсоток розвитку хвороби знижувався до рівня 10-15%.

Обстеження рослин пшениці озимої щодо розвитку септоріозу показало, що розвиток хвороби при використанні рістрегулюючих препаратів коливався в межах 10-15%. Найбільший розвиток хвороби був на контрольному варіанті – 15%.

Найбільшого розвитку на рослинах пшениці озимої мало таке захворювання, як піренофороз. Найбільший відсоток розвитку піренофорозу відмічене на контрольному варіанті – 40%. Найменшим роз-

виток хвороби (25%) був на варіанті із комплексним застосуванням препаратів Фунабен+ Амалгерол+ Ямато+ Скаба.

3. Найбільш шкодочинна хвороба рослин ячменю ярого в умовах східної частини північного Степу України – сітчастий гельмінтоспоріоз. На фоні живлення із внесенням мінеральних добрив лише на варіанті із застосуванням Мікрогуміну для обробки насіння рослини ячменю ярого мали 23% розвитку хвороби. На всіх інших варіантах розвиток хвороби був в межах 8–15%, то б то рослини ячменю ярого мали стійкість проти сітчастого гельмінтоспоріозу.

На фоні живлення із внесенням біогумусу (1 т/га) при застосуванні біопрепаратів для обробки насіння та рослин розвиток хвороби був в межах 10–18 %. Відповідно бал стійкості був 6–7, що відповідає стійкості рослин проти хвороби.

4 Найбільший прибуток 23850 грн/га та найвища рентабельність 188,5% були при схемі захисту пшениці озимої препаратами Фунабен+ Амалгерол+Ямато+Скаба (одержано найбільшу врожайність – 7,3 т/га).

5. На фоні живлення N30P30 найбільший прибуток 14250 грн/га та рентабельність 121,3% були при схемі захисту ячменю ярого препаратами Мікрогумін+Байкал (обробка насіння) (одержано найбільшу врожайність – 5,2 т/га).

На фоні живлення біогумус (1 т/га) найвищий показник урожайності 4,3 т/га при комплексному використанні препаратів Мікрогумін (обробка насіння)+Екостимул (обприскування рослин у фазу кущіння) забезпечив чистий прибуток – 10560 грн/га, рентабельність 96,5%.

Список літератури:

1. Черемісіна С. Г., Россоха В. В. Ефективність виробництва зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи підвищення. *Економіка АПК*. 2021. № 6. С. 54–67. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106054

2. Petrychenko V. F., Korniychuk O. V., Voronetska I. S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. Vol. 5. No. 2. P. 3–12. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003

3. Білітюк А. П. Біологізація, технологія – засіб підвищення урожайності і якості зерна. *Вісник Полтавської аграрної академії*. 2007. Вип. 3. С. 10–13.

4. Андрійченко Л. В., Хомяк П. В., Рибка В. С., Компанієць В. О. Агроекологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах Південного Степу України. *Екологія.* 2010. Вип. 132/119. С. 41–44.

5. Вінюков О. О., Балян А. В., Бондарева О. Б., Чугрій Г. А. Актуальні технології підвищення продуктивності зернових культур у східній частині Північного Степу України. *Вісник аграрної науки*, 2021. № 7 (820). С. 5–14. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-01

6. Вискуб Р. С., Ващенко В. В., Бондарева О. Б. Адаптивна селекція зернових культур в умовах південно-східного Степу України. *Climate-smart agriculture: science and practice:* Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. P. 326–344. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-16

7. Гудзенко В. М., Васильківський С. П. та ін. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 51–60.

8. Ващенко В. В., Ковалевська Н. І., Шевченко О. О., Лобко Т. К., Бережна Л. А. Адаптивна селекція в умовах північної підзони Степу України. *Розвиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект* : монографія. Дніпро : Ліра, 2021.

9. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І., Коробова О. М. Науково-методичні засади отримання якісної і екологічно безпечної рослинницької продукції в умовах промислового регіону. Київ : Голден Арт Принт, 2018. 94 с.

10. Мазур В. А., Ткачук О. П., Яковець Л. А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції. Вінниця : ВНАУ, 2020. 442 с.

11. Думич В., Шкоропад Л. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування озимих зернових культур. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 2. С. 19–22.

12. Дмитришак М. Я., Філь Т. П. Урожайність ячменю ярого залежно від застусування стимуляторів росту. *Агрономія. Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 4 (68).

13. Бараболя О. В. Ефективність застосування біопрепаратів на зерні пшениці. *Захист і карантин рослин: історія та сьогодення»* : матеріали міжнародної наук.-практ. конф., присвяченої 110-річниці створення відділу захисту рослин Полтавської дослідної станції імені М. І. Вавилова (Полтава, 24-25 листопада 2020 р.). Полтава : ПДАА, 2020. С. 107–108.

14. Шерстобоєва О. В. Роль мікробіологічних препаратів у підвищенні продуктивності рослин екологічно безпечними засобами. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2004. № 36/3. С. 229–235.

15. Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М., Драга М. В., Кічігіна О. О., Зацарінна Ю. О. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал.* 2018. № 1. С. 96–101. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161350

16. Пирог Т. П., Палійчук О. І., Іутинська Г. О., Шевчук Т. А. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин у рослинництві. *Mikrobiol.* 2018. Вип. 80/3. С. 115–135. DOI: https://doi.org/10.15407/microbioly80.03.115

17. Вінюков О. О., Чугрій Г. А., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на фізіологічні процеси формування зер-

нової продуктивності пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 11–20. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.01

18. Sameer W. Compatibility of biological control agents with fungicides against root rot diseases of wheat. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research*. 2 019. № 44 (2). P. 146–155. DOI: https://doi.org/10.21608/ajar.2019.102808

19. Вінюков О. О., Коробова О. М., Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І. Використання біо- та рістрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. *Збалансоване природокористування.* 2017. № 3. С. 46–50.

20. Волкогон В. В., Гусєв О. В., Волкогон К. І. Особливості азотного живлення ячменю при застосуванні нового біологічного препарату мікрогуміну. Живлення рослин: теорія і практика. Київ : Логос, 2005. С. 209–213.

21. Олійник О. О., Фурман В. М., Солодка Т. М., Вакуленчик С. І. Вивчення ефективності допосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин. *Вісник НУВГП. Сер. : Сільськогосподарські науки.* 2013. № 4. С. 112–119.

22. Гирка А. Д., Вінюков О. О., Андрейченко О. Г., Кулик І. О. Вплив біопрепаратів і регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та плівчастого в умовах північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2012. № 3. С. 65–68.

23. Макуха О. В. Вплив біопрепаратів на ріст і розвиток сортів ячменю ярого в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 63–71.

24. Чайковська Л. О. Ефективність поєднаного використання біопрепаратів на основі фосфатмобілізувальних бактерій та мінеральних добрив при вирощуванні зернових на півдні України. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2011. Вип. 13. С. 52–58.

25. Ретьман С. В., Довгань С. В. Фітосанітарний стан зернових колосових. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 3. С. 2–5.

26. Халимоник П. М. Захист рослин: проблеми і перспективи. *Карантин і захист рослин.* 2005. № 1. С. 4–6.

27. Петренкова В. П., Рабинович С. В., Черняєва І. М., Чернобай Л. М. Генетична стійкість озимої та ярої пшениці до листкових хвороб. *Селекція і насінництво*. 2004. Вип. 88. С. 116–129.

28. Марютін М. М. Септоріозна плямистість листя. *Захист рослин*. 2002. № 8. С. 4–5.

29. Ковалишина Г. М. Вплив метеорологічних факторів на ступінь ураження миронівських сортів озимої пшениці бурою іржею. *Захист і карантин рослин.* 2006. Вип. 52. С. 101–109.

30. Федоренко В. П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні. *Інтегрований захист рослин на початку XXI століття* : матер. Міжнар. наук.-прак. конф. Київ : Колообіг, 2004. С. 3–28.

31. Парфенюк Г. І. Хімічні препарати в інтегрованій системі. *Захист рослин.* 2001. № 5. С. 17.

32. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантєлєєв В. К., Слюсаренко О. М. Імунітет рослин. Київ : Колообіг, 2004. 303 с.

33. Крутякова В. І., Гулич О. І., Пилипенко Л. А. Біологічний метод захисту сільськогосподарських культур: перспективи для України. *Вісник Аграрної науки.* 2018. № 11 (788). С. 159–168. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-20

34. Заїма О. А., Дергачов О. Л. Біологічні засоби захисту від хвороб при вирощуванні пшениці м'якої озимої. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 2. С. 358–364. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0298

35. Горщар О. А., Горщар В. І., Окселенко О. М. Вплив біопрепарату Альбіт на розвиток хвороб в період вегетації ячменю ярого та його врожайність. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 92. С. 9–14.

36. Грищенко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічні активні речовини в рослинництві. Київ : «НІЧЛАВА», 2008. 352 с.

37. Костюк Б. Вплив допосівної обробки насіння регуляторами росту на стійкість ярого ячменю до грибних хвороб в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агрономія. 2016.* № 20. С. 136–140.

38. Екологічний атлас Донецької області. Донецьк, 2020. 348 с.

39. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 392 с.

40. Кириченко В. В., Петренкова В. П., Кучеренко Є. Ю., Звягінцева А. М. та ін. Основи фітосанітарної безпеки в агроценозах польових культур : навчальний посібник. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харківський Національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка, МОН України. Харків, 2020. 324 с.

41. Макрушин М. М., Макрушина Е. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин : підручник. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.

42. Effects of Air Pollution on Agricultural Crops. FACTSHEET. 2003. 85 (002). P. 1–15.

43. Приседський Ю. Г. Стійкість рослин : підручник. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 252 с.

44. Shoresh M., Harman G., Mastouri F. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology*. 2010. Vol. 48. P. 21–43. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-phyto073009-114450

45. Близнюк Р. М., Демидов О. А., Чугункова Т. В., Федоренко М. В., Березовський Д.Ю. Стійкість сортів пшениці м'якої ярої до листкових грибкових хвороб. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 74–79. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163261

46. Sakr N. Evidence for increased aggressiveness in fusarium species causing head blight detected using serial passage assays through barley cultivars of contrasted quantitative resistance levels in vitro. *Pakistan Journal of Phytopathology*. 2022. № 34(1). P. 93–104. DOI: https://doi.org/10.33866/phytopathol.034.01.0753

47. Moparthi S., Burrows M., Mgbechi-Ezeri J., Agindotan B. Fusarium spp. associated with root rot of pulse crops and their cross-pathogenicity to cereal crops in Montana. *Plant Disease*. 2021. № 105(3). 548–557. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-04-20-0800-RE

48. Муха Т. І., Мурашко Л. А. Стійкість сортозразків колекційного розсадника пшениці м'якої озимої проти фузаріозу колосу та групи хвороб. *Миронівський вісник*. 2019. № 9. С. 53–58. DOI: https://doi.org/10.31073/mvis201909-07

49. Сабадин В. Я. Імунологічний моніторинг сортів пшениці озимої до септоріозу листя. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20 жовтня 2022 року). м. Біла Церква, 2022. С. 31–33.

50. Характеристика сортів пшениці за стійкістю проти збудників хвороб та шкідників. URL: https://www.agronom.com.ua/harakterystyka-sortiv-pshenytsi-za-stijkistyu-protyzbudnykiv-hvorob-ta-shkidnykiv

References:

1. Cheremisina S. H., Rossokha V. V. (2021) Efektyvnist vyrobnytstva zernovykh kultur v Ukraini: analiz suchasnoho stanu ta perspektyvy pidvyshchennia [Efficiency of grain production in Ukraine: analysis of the current state and prospects for improvement]. *Ekonomika AIIK,* no. 6, pp. 54–67. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106054 (in Ukrainian)

2. Petrychenko V. F., Korniychuk O. V., Voronetska I. S. (2018) Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, vol. 5, no. 2, pp. 3–12. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003

3. Bilityuk A. P. (2007) Biolohizatsiya, tekhnolohiya – zasib pidvyshchennya urozhaynosti i yakosti zerna. *Visnyk Poltavskoyi ahrarnoyi akademiyi,* vol. 3, 10–13. (in Ukrainian)

4. Andriychenko L. V., Khomyak P. V., Rybka V. S., Kompaniyets, V. O. (2010) Ahroekolohichni ta ekonomichni aspekty vyroshchuvannya ozymoyi pshenytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny. *Ekolohiya – Ecology,* vol. 132 (119), pp. 41–44. (in Ukrainian)

5. Vinyukov O., Balian A., Bondareva O., Chuhrii A. (2021) Current technologies of increasing the productivity of grain crops in the Eastern part of the Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science,* no. 7 (820), 5–14. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-01 (in Ukrainian)

6. Vyskub R. S., Vashchenko V. V., Bondareva O. B. **(**2023) Adaptyvna selektsiya zernovykh kultur v umovakh pivdenno-skhidnoho Stepu Ukrayiny [Adaptive selection of grain crops in the conditions of the South-Eastern Steppe of Ukraine]. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, pp. 326–344. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-16 (in Ukrainian)

7. 7.Hudzenko V. M., Vasylkivskyy S. P. ta in. (2017) Selektsiya yachmenyu yaroho na pidvyshchennya produktyvnoho ta adaptyvnoho potentsialu [Spring barley breeding for increase in productive and adaptive capacities]. *Selektsiya i nasinnytstvo – Selection and Seed Industry*, vol. 111, pp. 51–60. (in Ukrainian)

8. Vashchenko V. V., Kovalevska N. I., Shevchenko O. O., Lobko T. K., Berezhna L. A. (2021) Adaptyvna selektsiya v umovakh pivnichnoyi pidzony

Stepu Ukrayiny [Adaptive breeding in the conditions of the northern subzone of the Steppe of Ukraine]. *Rozvytok Prydniprovskoho rehionu: ahroekolohichnyy aspekt: monohrafiya.* Dnipro: Lira. (in Ukrainian)

9. Vinyukov O. O., Bondareva O. B., Konovalenko L. I., Korobova O. M. (2018) Naukovo-metodychni zasady otrymannya yakisnoyi i ekolohichno bezpechnoyi roslynnytskoyi produktsiyi v umovakh promyslovoho rehionu [Scientific and methodological principles of obtaining high-quality and ecologically safe plant products in the conditions of the industrial region]. Kyiv: Holden Art Prynt, 94 p. (in Ukrainian)

10. Mazur V. A., Tkachuk O. P., Yakovets L. A. (2020) Ekolohichna bezpeka zernovoyi ta zernobobovoyi produktsiyi [Environmental safety of grain and leguminous products]. Vinnytsya: VNAU, 442 p. (in Ukrainian)

11. Dumych V., Shkoropad L. (2018) Doslidzhennya efektyvnosti zastosuvannya biopreparativ u tekhnolohiyakh vyroshchuvannya ozymykh zernovykh kultur [Study of the effectiveness of the use of biological preparations in the technologies of growing winter grain crops]. *Tekhnika i tekhnolohiyi APK – Agricultural machinery and technologies,* no. 2, pp. 19–22. (in Ukrainian)

12. Dmytryshak M. Ya., Fil T. P. (2017) Urozhaynist yachmenyu yaroho zalezhno vid zastusuvannya stymulyatoriv rostu [Yield of spring barley depending on application of growth stimulants]. *Ahronomiya. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny*, no. 4 (68). (in Ukrainian)

13. Barabolya O. V. (2020) Efektyvnist zastosuvannya biopreparativ na zerni pshenytsi [Effectiveness of biological preparations on wheat grain]. *Zakhyst i karantyn roslyn: istoriya ta sohodennya*: materialy Mizhnarodnoyi nauk.-prakt. konf., prysvyachenoyi 110-richnytsi stvorennya viddilu zakhystu roslyn Poltavskoyi doslidnoyi stantsiyi imeni M. I. Vavylova (Poltava, 24-25 lystopada, 2020). Poltava: PDAA, pp. 107–108. (in Ukrainian)

14. Sherstoboyeva O. V. (2004) Rol mikrobiolohichnykh preparativ u pidvyshchenni produktyvnosti roslyn ekolohichno bezpechnymy zasobamy [The role of microbiological preparations in increasing the productivity of plants by environmentally safe means]. *Fiziologiya i biohimiya kulturnyih rasteniy – Physiology and biochemistry of cultivated plants*, no. 36(3), pp. 229–235. (in Ukrainian)

15. Vasylenko M. H., Stadnyk A. P., Dushko P. M., Draga M. V., Zatsarina Yu. A. (2018) Urozhaynist i yakist nasinnya silskohospodarskykh kultur za diyi rehulyatoriv rostu roslyn [Crop yield and seed quality of agricultural crops under using plants growth regulators]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal,* no. 1, pp. 96–101. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161350 (in Ukrainian)

16. Pirog T.P., Paliichuk O.I., Iutynska G.O., Shevchuk T.A. (2018) Prospects of Using Microbial Surfactants in Plant Growing. *Mikrobiol.,* vol. 80(3), pp. 115–135. DOI: https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.115

17. Vinyukov, O., Chuhrii H., Poplevko V., Szulc P., Sknypa N. (2022) Vplyv mikrobiolohichnykh preparativ na fiziolohichni protsesy formuvannya zernovoyi produktyvnosti pshenytsi ozymoyi [Influence of microbiological preparations on physiological processes of formation of grain productivity of winter wheat].

Visnyk PDAA – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, no. 2, pp. 11–20. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.01 (in Ukrainian)

18. Sameer W. (2019) Compatibility of biological control agents with fungicides against root rot diseases of wheat. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research,* no. 44 (2), pp. 146–155. DOI: https://doi.org/10.21608/ajar.2019.102808

19. Viniukov O. O., Korobova O. M., Bondareva O. B., Konovalenko L. I. (2017) Vykorystannia bio- ta ristrehuliuiuchykh preparativ dlia pidvyshchennia produktyvnosti ta yakosti zerna yachmeniu yaroho [The use of bio- and reregulating drugs to increase roductivity and grain quality of spring barley]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management,* no. 3, pp. 46–50. (in Ukrainian)

20. Volkogon V. V., Nadkernychna O. V., Kovalevska T. M. (2006) Microbial preparations in agriculture. Theory and practice. Kyiv: Agrarian science. (in Ukrainian)

21. Oliynyk O. O., Furman V. M., Solodka T. M., Vakulenchyk S. I. (2013) Vyvchennya efektyvnosti doposivnoyi obrobky nasinnya stymulyatoramy rostu Roslyn [Examine of the effectiveness of seed treatment pre-sowing plant growth stimulator]. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky – Visnyk of the National University of Water Governance and Nature Management. Agriculture Sciences*, no. 4, pp. 112–119.

22. Hyrka A. D., Viniukov O. O., Andreichenko O. H., Kulyk I. O. (2012) Vplyv biopreparativ i rehuliatoriv rostu na produktyvnist roslyn yachmeniu yaroho holozernoho ta plivchastoho v umovakh pivnichnoho Stepu [The influence of biologics and growth regulators on the productivity of spring bare-grain and membrane barley plants in the conditions of the Northern Steppe]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine,* no. 3, pp. 65–68. (in Ukrainian)

23. Makukha O. V. (2019) Vplyv biopreparativ na rist i rozvytok sortiv yachmeniu yaroho v umovakh pivdnia Ukrainy [The influence of biological preparations on the growth and development of spring barley varieties in the conditions of southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin,* no. 108, pp. 63–71. (in Ukrainian)

24. Chaikovska L. O. (2011) Efektyvnist poiednanoho vykorystannia biopreparativ na osnovi fosfatmobilizuvalnykh bakterii ta mineralnykh dobryv pry vyroshchuvanni zernovykh na pivdni Ukrainy [Effectiveness of the combined use of biological preparations based on phosphate-mobilizing bacteria and mineral fertilizers in the cultivation of cereals in the south of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia – Agricultural microbiology*, vol. 13, pp. 52–58. (in Ukrainian)

25. Retman S. V., Dovhan S. V. (2010) Fitosanitarnyy stan zernovykh kolosovykh [Phytosanitary condition of cereals]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection,* vol. 3, pp. 2–5. (in Ukrainian)

26. Khalymonyk P. M. (2005). Zakhystroslyn: problemy i perspektyvy [Plant protection: problems and prospects]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection,* no. 1, pp. 4–6. (in Ukrainian)

27. Petrenkova V. P., Rabynovych S. V., Cherniaieva I. M., Chernobai L. M. (2004) Henetychna stiikist ozymoi ta yaroi pshenytsi do lystkovykh khvorob

[Genetic resitance of winter and spring wheat to leaf diseases]. *Selektsiia i nasinnytstvo – Plant Breeding and Seed Production,* vol. 88, pp. 116–129. (in Ukrainian)

28. Maryutin M. M. (2002) Septoriozna plyamystist lystya [Septoria leaf spotting]. *Zakhyst roslyn – Plant protection,* no. 8, pp. 4–5.

29. Kovalyshyna H. M., Murashko L. A., Kovalyshyn A. B. (2008) Khvoroby kolosu u ozymoi pshenytsi Lisostepu Ukrainy [Head diseases of winter wheat from Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv – The Bulletin of Vavilov Society of Geneticists and Breeders of Ukraine,* vol. 6 (2), pp. 233–239. (in Ukrainian)

30. Fedorenko, V. P. (2004). Intehrovanyi zak-hyst silskohospodarskykh kultur v Ukraini. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI stolittia*: materially Mizhnar. nauk.-prak. konf. (Kyiv, 2004). Kyiv: Koloobih, pp. 3–28. (in Ukrainian)

31. Parfeniuk, H. I. (2001). Khimichni preparaty v intehrovanii systemi [Chemical preparations in an integrated system]. *Zakhyst roslyn – Plant protection,* no. 5, p. 17. (in Ukrainian)

32. Yevtushenko M. D., Lisovyi M. P., Pantielieiev V. K., Sliusarenko O. M. (2004) Imunitet Roslyn [Immunity of plants]. Kyiv: Koloobih. (in Ukrainian)

33. Krutjakova V. I., Ghulych O. I., Pylypenko L. A. (2018) Biolohichnyy metod zakhystu silskohospodarskykh kultur: perspektyvy dlya Ukrayiny [Biological method of crop protection: prospects for Ukraine]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science,* vol. 11 (788), pp. 159–168. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk 201811-20

34. Zaima O. A., Derhachov O. L. (2023) Biolohichni zasoby zakhystu vid khvorob pry vyroshchuvanni pshenytsi m'yakoyi ozymoyi [Biologicals for protection of winter wheat from diseases during growing]. *Zernovi kultury – Grain Crops,* no. 7(2), pp. 358–364.

35. Horshchar O. A., Horshchar V. I., Okselenko O. M. (2015) Vplyv biopreparatu Albit na rozvytok khvorob v period vehetatsii yachmeniu yaroho ta yoho vrozhainist [The effect of Albit biological preparation on the development of diseases during the growing season of spring barley and its yield]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin,* no. 92, pp. 9–14. (in Ukrainian)

36. Ghryshhenko Z. M., Ponomarenko S. P., Karpenko V. P., Leontjuk I. B. (2008) Biolohichni aktyvni rechovyny v roslynnytstvi [Biologically active substances in crop production]. Kyiv: "NIChLAVA".

37. Kostyuk B. (2016) Vplyv doposivnoyi obrobky nasinnya rehulyatoramy rostu na stiykist yaroho yachmenyu do hrybnykh khvorob v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [The influence of pre-sowing treatment of seeds with growth regulators on the resistance of spring barley to fungal diseases in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiya – Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Agronomy,* no. 20, pp. 136–140. (in Ukrainian)

38. Ekolohichnyy atlas Donetskoyi oblasti (2020) [Ecological atlas of the Donetsk region], 348 p.

39. Musienko M. M. (2001) Fiziolohiya roslyn: pidruchnyk [Physiology of plants: textbook]. Kyiv: Fitosotsiotsentr.

40. Kyrychenko V. V., Petrenkova V. P., Kucherenko Ye. Yu., Zvyahintseva A. M. (2020) Osnovy fitosanitarnoyi bezpeky v ahrotsenozakh polovykh kultur [Basics of phytosanitary safety in agrocenoses of field crops]: navchalnyy posibnyk. Instytut roslynnytstva im. V.Ya. Yur'yeva NAAN, Kharkivskyy Natsionalnyy tekhnichnyy universytet silskoho hospodarstva imeni P. Vasylenka, MON Ukrayiny. Kharkiv.

41. Makrushyn M. M., Makrushyna E. M., Peterson N. V., Melnykov M. M. (2006) Fiziolohiya roslyn: pidruchnyk [Physiology of plants: textbook]. Vinnytsya: Nova Knyha.

42. Effects of Air Pollution on Agricultural Crops (2003) *Factsheet*, no. 85 (002), pp. 1–15.

43. Prysedskyi Y. G. (2017) Stiykist roslyn [Plant resistance]. Vinnytsia: Nilan-LTD LLC.

44. Shoresh M., Harman G., Mastouri F. (2010) Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology,* vol. 48, pp. 21–43. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-phyto073009-114450

45. Blyznyuk R. M., Demydov O. A., Chuhunkova T. V., Fedorenko M. V., Berezovskyy D. Yu. (2019) Stiykist sortiv pshenytsi m'yakoyi yaroyi do lystkovykh hrybkovykh khvorob [Resistance of soft spring wheat varieties to foliar fungal diseases]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, no. 1, pp. 74–79. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163261

46. Sakr N. (2022) Evidence for increased aggressiveness in fusarium species causing head blight detected using serial passage assays through barley cultivars of contrasted quantitative resistance levels in vitro. *Pakistan Journal of Phytopathology,* no. 34(1), pp. 93–104. DOI: https://doi.org/10.33866/phytopathol.034.01.0753

47. Moparthi S., Burrows M., Mgbechi-Ezeri J., Agindotan B. (2021) Fusarium spp. associated with root rot of pulse crops and their cross-pathogenicity to cereal crops in Montana. *Plant Disease,* no. 105(3), pp. 548–557. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-04-20-0800-RE

48. Mukha T. I., Murashko L. A. (2019) Stiykist sortozrazkiv kolektsiynoho rozsadnyka pshenytsi m'yakoyi ozymoyi proty fuzariozu kolosu ta hrupy khvorob [Resistance of variety samples from collection nursery of winter bread wheat against Fusarium head blight and group of diseases]. *Myronivskyy visnyk – Myronivka Bulletin,* no. 9, pp. 53–58. DOI: https://doi.org/10.31073/mvis201909-07

49. Sabadyn, V. Ya. (2022) Imunolohichnyy monitorynh sortiv pshenytsi ozymoyi do septoriozu lystya [Immunological monitoring of winter wheat varieties against leaf septoria]. *Ahrarna osvita ta nauka: dosyahnennya, rol, faktory rostu*: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (Bila Tserkva, 20 zhovtnya 2022). Bila Tserkva, pp. 31–33.

50. Kharakterystyka sortiv pshenytsi za stiykistyu proty zbudnykiv khvorob ta shkidnykiv [Characteristics of wheat varieties in terms of resistance against pathogens and pests]. Available at: https://www.agronom.com.ua/harakterystyka-sortiv-pshenytsi-za-stijkistyu-protyzbudnykiv-hvorob-ta-shkidnykiv