

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЗАХИСТУ, ГЕНЕТИКИ І СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН**

«Допущено до захисту»

завідувачка кафедри захисту, генетики і  
селекції рослин д. с.-г. наук, професор

Анна КРИВЕНКО

(підпис)

(ім'я і прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти  
Освітньої програми «Захист і карантин рослин»  
За спеціальністю: 202 «Захист і карантин рослин»

**ОСНОВНІ ХВОРОБИ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО У СТЕПУ  
УКРАЇНИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ**

Науковий керівник: кандидат с.-г. наук  
(науковий ступінь, вчене звання)

Майя ДЖАМ

(підпис)

(ім'я і прізвище)

Рецензент:

(підпис)

(ім'я і прізвище)

Виконала здобувачка першого  
(бакалаврського) ступеня вищої освіти заочної  
форми навчання

Іванна ТКАЧУК

(ім'я, прізвище здобувача)

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота  
містить результати власних досліджень.  
Використання ідей і текстів інших авторів  
має посилання на відповідне джерело.*

Іванна ТКАЧУК

(підпис)

(ім'я і прізвище)

ОДЕСА – 2026

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
<b>РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ ДО ОСНОВНИХ ХВОРОБ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)</b>	10
1.1. Сучасний стан виробництва озимого ячменю в Україні та в світі	10
1.2. Поширення та шкодочинність основних хвороб озимого ячменю	13
1.3. Селекція на імунітет сортів озимого ячменю в умовах кліматичних змін	18
<b>РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	24
2.1. Місце та умови проведення досліджень	24
2.2. Методика досліджень	27
<b>РОЗДІЛ 3. ПОШИРЕННЯ, РОЗВИТОК ТА ШКІДЛИВІСТЬ ОСНОВНИХ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО</b>	38
3.1. Видовий склад патогенів основних хвороб ячменю озимого	38
<b>РОЗДІЛ 4. ІНФІКОВАНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ПАТОГЕНАМИ ГРИБНОЇ ЕТІОЛОГІЇ</b>	44
4.1 Мікофлора зерна ячменю озимого	44
4.2 Патогени роду <i>Alternaria</i> Nees, виділені із зерна ячменю озимого	48
4.3 Патогени роду <i>Fusarium</i> Link, ізолювані із зерна озимого ячменю	53
<b>РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ СУЧАСНОГО ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО</b>	59
5.1 Оцінка токсикологічної дії фунгіцидів на збудники в умовах <i>in vitro</i>	59
5.2 Ефективність застосування фунгіцидів проти основних хвороб	

ячменю озимого	62
5.3 Вплив фунгіцидних обробок на вміст хлорофілу в листках ячменю озимого	66
5.4 Вплив фунгіцидів на показники якості зерна ячменю озимого	69
<b>РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНГІЦИДІВ НА ЯЧМЕНІ ОЗИМОМУ</b>	73
<b>РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	76
<b>ВИСНОВКИ</b>	80
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	1
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	2
<b>ДОДАТКИ</b>	90

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- в.г. – водорозчинні гранули
- в.е. – водна емульсія
- в.р. – водний розчин
- в.с.к. – водно-суспензійний концентрат
- д.р. – діюча речовина
- з.п. – порошок, що змочується
- к.е. – концентрат емульсії
- к.с. – концентрат суспензії
- м.е. – масляна емульсія
- р.к. – розчинний концентрат
- т.к.с. – текучий концентрат суспензії

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Озимий ячмінь після озимої пшениці посідає провідне місце серед зернових культур України, а площі його вирощування сягають понад 230 тис. га. У світовому масштабі за валовим збором зерна ячмінь входить до четвірки найважливіших культур поряд із пшеницею, кукурудзою та рисом. За кормовими показниками він перевершує пшеницю, оскільки характеризується більш збалансованим амінокислотним складом білка, зокрема підвищеним вмістом лізину.

Окрім використання зерна як кормової сировини та для виробництва круп, в останні роки суттєво зросла його роль у пивоварній галузі. У зв'язку з цим актуалізується необхідність створення нових сортів і розроблення адаптивних технологій вирощування, які б відповідали вимогам пивоварної промисловості та забезпечували отримання продукції, конкурентоспроможної як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Для виробництва пива застосовують переважно дворядні сорти ячменю, що культивуються в низці областей України, зокрема у Вінницькій, Волинській, Житомирській, Київській, Львівській, Рівненській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій, Черкаській, Чернігівській, Чернівецькій та інших.

Підвищення врожайності та зниження собівартості сільськогосподарської продукції значною мірою забезпечується впровадженням інтенсивних технологій, що базуються на використанні високопродуктивних сортів і гібридів у поєднанні з ефективним захистом рослин від шкідливих організмів. За відсутності системи захисту навіть за високого рівня агрофону реалізація потенціалу сорту не перевищує 50%.

Найбільш результативними вважаються інтегровані системи захисту, які передбачають вирощування відносно стійких сортів та застосування комплексу агротехнічних і хімічних заходів, зокрема протруювання насіння і фунгіцидні обробки посівів у період вегетації. Хоча агротехнічні прийоми здатні істотно зменшувати інфекційний фон, у роки інтенсивного розвитку хвороб виникає

потреба у використанні фунгіцидів, оскільки без них втрати врожаю можуть досягати 40%.

Найбільший розвиток листових плямистостей спостерігається в умовах Лісостепу та Степу, де ураження сприйнятливих сортів ярого ячменю може сягати 80–85%. Останніми роками фітосанітарний стан посівів зернових культур, зокрема ячменю, значно погіршився. Серед найбільш поширених хвороб відзначають борошністу росу, сажкові захворювання, кореневі гнилі, різні типи плямистостей, буру іржу тощо. При цьому з початку 1990-х років зменшується шкодочинність борошністої роси, водночас істотно зростають втрати від сітчастої, темно-бурої, смугастої, облямівкової плямистостей і септоріозу.

Комплекс заходів, спрямованих на обмеження розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей, передбачає інтеграцію селекційних, агротехнічних і хімічних методів. Хімічний захист залишається важливою складовою інтегрованих систем, оскільки забезпечує швидке й ефективне стримування патогенів. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають уточнення видового складу збудників листових плямистостей ярого ячменю, оптимізація технологій вирощування, добір сортів із підвищеною стійкістю до хвороб та оцінка їх адаптивності до абіотичних умов Степу із застосуванням сучасних високоефективних засобів захисту рослин.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились в рамках НДР кафедри захисту, генетики і селекції рослин Одеського державного аграрного університету «Аналіз закономірностей формування продуктивності та високої якості зерна агрокультур на основі взаємозв'язків структурних елементів та впливу абіотичних та біотичних факторів у зв'язку зі зміною клімату» № держреєстрації 0123U104953

**Мета і завдання досліджень** полягає у з'ясуванні рівня поширення, особливостей розвитку та шкодочинності основних хвороб озимого ячменю, встановленні видового складу патогенів і їх морфолого-біологічних

характеристик, а також удосконаленні системи захисту культури від хвороб у зоні Степу України.

Для реалізації поставленої мети передбачалося виконання таких завдань:

- здійснити фітосанітарний моніторинг основних хвороб озимого ячменю, оцінити ступінь їх шкодочинності та специфіку прояву;
- дослідити морфологічні та біологічні особливості збудників найбільш поширених хвороб;
- встановити вплив абіотичних факторів на динаміку розвитку патологічних процесів у посівах озимого ячменю;
- оцінити ефективність агротехнічних і хімічних заходів у зниженні шкодочинності основних хвороб;
- визначити технологічну, господарську та економічну доцільність застосування захисних заходів;
- провести фітопатологічну оцінку насінневого матеріалу озимого ячменю.

**Об'єкт дослідження:** хвороби листя, стебел та насіння ячменю озимого.

**Предмет дослідження:** видовий склад, біологічні особливості збудників ячменю озимого і методи їх контролю.

**Методи досліджень.** Для реалізації поставлених завдань застосовували комплекс методів дослідження: польові - з метою обліку ураження озимого ячменю хворобами та оцінювання результативності заходів захисту; лабораторні - для ідентифікації збудників із використанням мікроскопічних досліджень і методів отримання чистих культур. Обробку експериментальних результатів здійснювали із застосуванням варіаційно-статистичних методів. Економічну доцільність заходів визначали за показниками збереженого врожаю, умовно чистого прибутку та рівня рентабельності.

**Наукова новизна результатів досліджень.** Встановлено, що в умовах Степу України у фітопатогенному комплексі озимого ячменю провідне місце посідають борошниста роса, септоріоз, сітчаста плямистість і облямівковий гелмінтоспоріоз.

Проведено ідентифікацію мікроміцетів, які заселяють зерно озимого ячменю. З'ясовано, що серед представників роду *Fusarium* у структурі патогенного комплексу переважають *F. graminearum* та *F. avenaceum*.

Встановлено також, що серед грибів роду *Alternaria* найбільш поширеними збудниками є *Alternaria tenuissima* і *Alternaria infectoria*.

Доведено, що застосування фунгіцидів на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га, на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га та на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га забезпечує підвищення вмісту хлорофілу в листовому апараті на 25,0–51,0% порівняно з контролем.

Встановлено, що використання зазначених препаратів сприяє зростанню показників якості зерна, зокрема вмісту протеїну, крохмалю, клейковини та білка, на 0,3–1,7% відносно контролю.

**Практичне значення одержаних результатів.** Встановлено, що для умов досліджуваної зони найбільш доцільною є норма висіву озимого ячменю 4,5 млн зерен/га, яка сприяє зменшенню інтенсивності розвитку збудника *Pyrenophora teres* Drechsler.

Найвищу ефективність проти основних збудників борошнистої роси (*Erysiphe graminis* (DC)), септоріозу листя (*Septoria hordei*), сітчастого гельмінтоспоріозу (*Pyrenophora teres* Drechsler) і ринхоспоріозу (*Rhynchosporium graminicola*) забезпечило застосування сучасних фунгіцидів на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га та на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га, технічна ефективність яких становила понад 74,0 %.

Встановлено, що в контрольному варіанті урожайність становила 2,85 т/га, тоді як у варіантах із застосуванням фунгіцидів – 3,61 та 3,72 т/га. Збережений урожай порівняно з контролем дорівнював 0,76–0,87 т/га. Рівень

рентабельності виробництва у контрольному варіанті становив 14,5 %, а при застосуванні фунгіцидів зріс до 41,8–46,2 %, що свідчить про економічну доцільність їх використання навіть за умов зниження врожайності.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота викладена на 94 сторінках і містить сім розділів: огляд літератури, опис умов проведення досліджень, експериментальну частину, результати досліджень та економічну оцінку результатів досліджень. Окремими розділами подані Охорона навколишнього середовища, висновки та пропозиції виробництву. У роботі подано 12 таблиць в основній частині роботи та 5 у додатку, 7 малюнків. Список літератури включає 69 бібліографічних джерел.

**РОЗДІЛ 1**  
**СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ**  
**СТІЙКОСТІ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ ДО ОСНОВНИХ ХВОРОБ В**  
**УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**  
**(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)**

Ячмінь належить до найдавніших культур, які були залучені до землеробства, і його вирощування розпочалося приблизно 10–13 тис. років тому. У біблійних текстах ця культура як харчовий продукт згадується понад три десятки разів. Давньоримський історик Пліній Старший зазначав, що ячмінь становив основу раціону гладіаторів, сприяв розвитку м'язової маси та запобігав ожирінню. Високу поживну цінність зерна ячменю підкреслювали також лікарі античності, зокрема Гіппократ. Упродовж багатьох століть ячмінний хліб був провідним продуктом харчування людства, однак з часом його поступово витіснив пшеничний хліб, який відзначається кращими смаковими властивостями [1, 4].

**1.1. Сучасний стан виробництва озимого ячменю в Україні та світі**

Одомашнення ячменю (*Hordeum vulgare* L.) від дикої форми *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum* розпочалося близько 10 тис. років тому. До основних ознак культурної форми належать синхронне дозрівання, підвищена продуктивність, стійкість до осипання, збільшення маси зернівки та прискорене проростання. Ці риси стали основою подальшого селекційного удосконалення культури. Обмін насінням між першими землеробами та природне перехресне запилення сприяли формуванню гетерогенних популяцій і накопиченню господарсько цінних ознак. Багато характеристик, притаманних раннім формам культурного ячменю, залишаються важливими й у сучасній селекційній практиці [3- 4].

Археологічні дані свідчать, що первинні осередки доместикації ячменю знаходилися в регіоні Родючого півмісяця, а також у Центральній Азії та

Північній Африці. Надалі культура швидко поширилася в Європі та Азії, що забезпечило її адаптацію до різних ґрунтово-кліматичних умов. Нині ячмінь посідає четверте місце у світі за посівними площами і валовим збором зерна після пшениці, кукурудзи та рису й вирощується практично в усіх агрокліматичних зонах [6].

Світове виробництво ячменю коливається в межах 120–155 млн т на рік, а середня врожайність становить близько 3 т/га. Найбільшими виробниками є країни Європи, Північної Америки та Австралії, серед яких вагоме місце посідає й Україна. Ціни на ячмінь, як правило, корелюють із ринковою кон'юнктурою пшениці та кукурудзи, проте стабільний попит зберігається завдяки широкому спектру напрямів використання культури [11].

Останніми роками світове виробництво ячменю дещо зменшилося через скорочення посівних площ, що зумовлено конкуренцією з іншими зерновими культурами. Водночас обсяги перехідних запасів залишаються відносно стабільними завдяки зниженню фуражного споживання та зростанню виробництва альтернативних кормових культур. У структурі глобального ринку спостерігаються зміни експортних потоків, пов'язані з кліматичними умовами, торговельною політикою та геополітичними чинниками [18, 24].

В Україні у 2023/24 маркетинговому році виробництво ячменю скоротилося порівняно з попередніми сезонами, що зумовлено як воєнними діями, так і трансформацією структури посівів. Експортні поставки також зазнали істотного зниження. Традиційно значну частку українського ячменю імпортував Китай, проте останнім часом цей напрям суттєво обмежився, що позначилося на внутрішніх цінах і рентабельності виробництва [12, 34].

Площі під озимими зерновими культурами в Україні скорочуються другий рік поспіль, причому найбільше зменшення зафіксовано саме щодо озимого ячменю, що пояснюється його відносно нижчою економічною ефективністю порівняно з іншими культурами. Водночас прогнозні оцінки свідчать про збереження вагомості ролі ячменю у структурі зернового виробництва та експорту країни [14].

Переважна частина світового врожаю ячменю використовується в тваринництві, проте в низці країн Азії, Африки та Північної Європи значна його частка спрямовується на харчові цілі. Окрім того, зерно ячменю є важливою сировиною для солодової та пивоварної промисловості, а також знаходить застосування в медицині, харчовій, текстильній і шкіряній галузях [24].

У період функціонування колишнього СРСР площі посівів ячменю в Україні становили 3–4 млн га, а озимого - близько 0,4-0,5 млн га. За несприятливих умов перезимівлі озимих культур посіви ячменю істотно збільшувалися. Середня врожайність ярого ячменю тоді досягала 3,0-3,2 т/га, а озимого - 3,5-3,7 т/га. У сучасних умовах площі ярого ячменю зменшилися, натомість посіви озимого зросли до 1 млн га і більше. Нові сорти за оптимального рівня агротехніки здатні формувати врожаї понад 10 т/га, що підсилює значення культури як важливого харчового та кормового ресурсу [10, 14, 45, 69].

У сучасних уявленнях про раціональне харчування ячмінь розглядається як цінне джерело поживних речовин, що сприяють профілактиці серцево-судинних, метаболічних і деяких онкологічних захворювань. На відміну від пшениці, продукти з ячменю дедалі частіше рекомендуються як складова здорового харчування. Це підтверджується численними науковими дослідженнями, які порівнюють харчову цінність зерна ячменю та пшениці, засвідчуючи перевагу першого за біологічною повноцінністю та функціональними властивостями [19, 40, 61].

Для аграрного сектору України ячмінь залишається однією з ключових зернових культур, особливо в умовах Степу, де він вирізняється високою поживною цінністю та значним вмістом білка. Південний Степ традиційно вважається сприятливою зоною для отримання високоякісного зерна. Проте реалізація продуктивного потенціалу культури потребує оптимального добору попередників, сортів, систем удобрення й захисту рослин, що передбачає використання елементів інтенсивних технологій. Водночас такі підходи є

енерго- та ресурсомісткими, тому сучасні умови господарювання вимагають упровадження ресурсозберігаючих рішень, зокрема застосування біопрепаратів і регуляторів росту [8, 44, 56].

Ячмінь належить до культур із найдавнішою історією вирощування. Порівняно з озимою пшеницею, озимий ячмінь потенційно здатний формувати вищі врожаї, однак у роки з несприятливими умовами перезимівлі він більш чутливий до температурних коливань і може частково вимерзати. Водночас ця культура ефективніше використовує зимові запаси вологи завдяки ранньому відновленню вегетації та меншій потребі у воді на проростання насіння. Її коефіцієнт транспірації є нижчим, ніж у більшості інших зернових культур, що зумовлює підвищену посухостійкість [7, 49, 67].

Прохолодні умови весни сприяють подовженню періоду кущіння озимого ячменю, зменшенню ураження хворобами та запобігають передчасному переходу рослин до фази виходу в трубку. За таких умов формуються добре розвинені, стійкі до вилягання посіви з високим потенціалом урожайності. Одним із ключових чинників стабільного виробництва зерна є добір сортів із високою адаптивністю до різних погодних умов. Практика вирощування 2–3 сортів, які відрізняються за екологічними ознаками, забезпечує зниження ризиків і стабільні врожаї [9, 21, 34, 47, 56, 65].

Саме тому актуальним є проведення порівняльної оцінки сортів озимого ячменю з метою відбору найбільш адаптованих до конкретних агроекологічних умов вирощування.

## **1.2. Поширення та шкодочинність основних хвороб озимого ячменю**

Розвиток хвороб на посівах озимого ячменю має значні коливання залежно від року вирощування: у сприятливі за погодними умовами сезони можливі епіфітотії, тоді як у несприятливі – поширення патогенів суттєво зменшується або окремі хвороби практично не проявляються. Основними чинниками активізації фітопатогенів є відповідні температурні режими, рівень вологості та агротехнічні умови вирощування [10, 34, 53, 60, 68].

Значна частина сортів озимого ячменю, які використовуються у виробництві в Україні, характеризується нестабільною врожайністю через обмежену посухостійкість, чутливість до хвороб, схильність до вилягання та недостатню адаптованість до несприятливих умов перезимівлі. Тому для сучасного землеробства актуальним є впровадження сортів, що поєднують високий потенціал продуктивності зі стійкістю до біотичних і абіотичних стресорів. Хвороби рослин залишаються одним із головних чинників, які обмежують стабільність зерновиробництва. Розширення частки зернових у сівозмінах, недотримання технологічних вимог та зростання рівня забур'яненості спричинили ускладнення фітосанітарної ситуації, внаслідок чого низка раніше малопоширених патогенів набула епіфітотійного характеру. Серед найбільш шкодочинних захворювань озимого ячменю провідне місце займають гельмінтоспоріози, борошниста роса, плямистості листя, сажкові хвороби та карликова іржа [11, 16, 56, 61, 63].

Найбільш небезпечними серед листових хвороб озимого ячменю є темно-бура та сітчаста плямистості, які здатні спричинити істотні втрати врожаю. Гельмінтоспоріози активно поширюються у теплих регіонах за високої відносної вологості повітря, а основними джерелами інфекції виступають заражене насіння та рослинні рештки. Темно-бура плямистість, збудником якої є *Bipolaris sorokiniana*, проявляється у вигляді видовжених бурих або сіро-бурих плям на листках і може призводити до зниження врожайності на 15–20%, а за сприятливих для патогену умов - до 40%. Захворювання порушує фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, пригнічує ріст і куціння, ослаблює кореневу систему та погіршує якість зерна [12, 50, 58, 64].

Дослідження останніх років засвідчили значну варіабельність рівня ураження сортів озимого ячменю темно-бурою плямистістю. Найвищу чутливість проявляли окремі генотипи, тоді як інші відзначалися підвищеною толерантністю, що дозволяє використовувати їх у селекційних програмах як джерела стійкості. Встановлено також, що інтенсивність розвитку хвороби

залежить від фази онтогенезу культури і максимальних значень досягає у період молочної стиглості зерна [13, 39, 48, 62].

Однією з найпоширеніших і найбільш шкодочинних листостеблових хвороб ячменю в умовах Лісостепу України залишається борошниста роса, збудником якої є *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Втрати врожаю за значного розвитку захворювання можуть становити 10–25%, а в окремі роки – до 30–40%. Хоча виявлено понад 150 генів стійкості до цього патогену, більшість із них втратили ефективність унаслідок швидкої мінливості популяцій збудника. Найбільш стабільну та довготривалу дію мають алелі серії *mlo*, ефективні проти широкого спектра рас [14, 28, 33, 47, 59].

Суттєвої шкоди посівам ячменю завдають також плямистості листя, зокрема смугаста, темно-бура та сітчаста. У роки епіфітотій недобір урожаю від цих хвороб може сягати 30–40%. Кожен відсоток ураження смугастою плямистістю супроводжується зниженням урожайності на 0,5–1,0%. Аналогічні тенденції спостерігаються і щодо інших форм гельмінтоспоріозу [15, 29, 58, 63].

В умовах Полісся найбільш поширеними грибними хворобами озимого ячменю є борошниста роса, різні типи плямистостей листя та кореневі гнилі, частка яких у структурі патогенів перевищує 60%. За високого рівня розвитку хвороб коефіцієнт їх шкодочинності досягає 20–33%. Інтенсивність прояву цих захворювань значною мірою залежить від погодних умов, зокрема гідротермічного коефіцієнта, що дозволяє використовувати ці показники для прогнозування фітосанітарного стану посівів [16, 30, 43, 58].

Озимий ячмінь характеризується високим потенціалом продуктивності – за сприятливих умов він здатний формувати врожайність понад 10 т/га. Проте погодні чинники залишаються одним із найменш керованих елементів технології вирощування і водночас суттєво впливають на розвиток грибних захворювань. У зв'язку з глобальними кліматичними змінами впродовж останніх років спостерігається подовження періоду осінньої вегетації, що сприяє активнішому розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей і

борошнистої роси, а отже, зумовлює необхідність застосування фунгіцидів не лише навесні, а й восени. За відсутності ефективного захисту втрати врожаю можуть досягати 30–40% [17, 31, 47, 54, 62].

У сучасних агроценозах фітосанітарна ситуація на посівах озимих зернових культур суттєво ускладнилася. Спрощення технологій вирощування, порушення структури посівних площ і зміни клімату сприяли активізації комплексу хвороб, серед яких особливу небезпеку становлять кореневі гнилі, септоріоз, борошниста роса, сажкові хвороби та фузаріоз колоса [18, 29, 50, 62].

З 1980-х років у багатьох країнах світу поширення набула рамуляріозна плямистість листя, яка характеризується зростаючою шкодочинністю через зниження ефективності фунгіцидів і відсутність високостійких сортів. Встановлено, що тривалі періоди посухи зменшують інтенсивність прояву цього захворювання, тоді як тривале зволоження листкової поверхні є ключовим чинником формування епіфітотій [19, 33, 45, 54, 60, 68].

Окрему загрозу для озимого ячменю становить жовта мозаїка, спричинена вірусами роду *Vymovirus*, які передаються ґрунтовим вектором *Polymyxa graminis*. Сучасні досягнення геноміки та селекції дозволили ідентифікувати гени стійкості до цих патогенів і створювати сорти з підвищеною толерантністю, що відкриває нові можливості для маркер-асоційованого добору [20, 27, 50, 66].

Загалом підвищення врожайності та якості зерна озимого ячменю в сучасних умовах неможливе без ефективної системи захисту рослин. За оцінками дослідників, втрати врожаю від хвороб у середньому становлять 12–30%, а в роки масового розвитку – до 50% і більше. Прояв шкодочинності залежить від біології патогенів, шляхів інфікування, фаз розвитку культури та погодних умов. Навіть у посушливі періоди різкі коливання температур можуть стимулювати розвиток септоріозу, гельмінтоспоріозу та фузаріозу колоса. Тому ефективний захист посівів потребує глибокого розуміння етіології захворювань і біології їх збудників [21, 23, 48, 57].

Борошниста роса розвивається в широкому температурному діапазоні та особливо інтенсивно у загущених посівах і за ранніх строків сівби. Первинними симптомами є матові плями на листках, які згодом вкриваються білим павутиноподібним нальотом. Бура листкова іржа, спричинена *Puccinia recondita*, поширюється за наявності краплинної вологи та оптимальних температур і є однією з домінуючих серед іржастих хвороб зернових культур. Септоріоз, джерелом інфекції якого виступають рослинні рештки та заражені сходи, широко поширений у посівах озимих зернових, особливо в осінній період [22, 32, 39, 57, 61].

Серед гельмінтоспоріозів найбільш поширеними на озимому ячмені є темно-бура та сітчаста плямистості. Темно-бура форма уражає як сходи, так і дорослі рослини, викликаючи утворення видовжених плям на листках і стеблах, а сітчаста плямистість проявляється характерним малюнком з перехресних штрихів і може охоплювати до 60% площ посівів у період наливу зерна. Кореневі гнилі, зокрема гельмінтоспоріозна та фузаріозна, призводять до ураження підземних органів рослин, що знижує їх життєздатність і продуктивність [23, 35, 53, 60, 68].

Запобігання втратам урожаю від хвороб можливе лише за умови впровадження інтегрованої системи захисту рослин, яка поєднує дотримання науково обґрунтованих сівозмін, оптимізацію системи обробітку ґрунту, раціональне удобрення, використання стійких сортів, регулювання строків і норм висіву, а також застосування хімічних засобів захисту. Основою фунгіцидного захисту озимих зернових культур залишається протруєння насіння та обробка посівів у разі перевищення економічного порогу шкодочинності [24, 43, 69].

Комплексні польові дослідження з оцінювання зимостійкості, тривалості вегетаційного періоду, стійкості до вилягання та основних листових хвороб дозволили диференціювати селекційний матеріал за господарсько цінними ознаками та виділити лінії з оптимальним поєднанням продуктивності, адаптивності й стійкості до комплексу патогенів. Такі генотипи можуть бути

використані як цінна вихідна база для подальших селекційних програм [25, 37, 50, 57].

За результатами багаторічних спостережень встановлено, що озимий ячмінь у середньому зазнає більшого ураження листовими хворобами, ніж ярий, а за високого рівня інфекційного навантаження втрати врожаю від кожної з основних хвороб можуть перевищувати 20–40%. Водночас мінливість погодних умов і особливості агрофону не завжди забезпечують високу ефективність фунгіцидного захисту, оскільки плямистості листя швидко призводять до деградації асиміляційної поверхні. Тому формування генетичної стійкості до цих захворювань є одним із пріоритетних завдань селекції озимого ячменю в умовах Степу України [26, 30, 37, 62, 68].

Дослідження останніх років у селекційно-насіницьких сівозмінах та наукових установах України дали змогу виділити сортозразки з високим індексом стійкості до окремих патогенів і з комплексною резистентністю до плямистостей листя та карликової іржі. Такі генотипи становлять практичну цінність для подальшого вдосконалення сортового складу озимого ячменю та підвищення стабільності його виробництва в умовах кліматичних змін.

### **1.3 Селекція на імунітет сортів озимого ячменю в умовах кліматичних змін**

Нарощування обсягів виробництва зерна є одним із ключових завдань розвитку аграрного сектору України. Зернові культури займають понад половину посівних площ країни – більше 15 млн га, що зумовлює їх стратегічне значення для продовольчої безпеки та економіки держави [28-30].

Світові колекції генетичних ресурсів рослин, зокрема фонди Інституту генетики рослин і досліджень культурних рослин імені Лейбніца (Німеччина), Ресурсного центру ячменю Університету Окаяма (Японія), ICARDA та Національної колекції дрібнозернових культур USDA (США), є потужною базою для розширення генетичної мінливості селекційного матеріалу. Так, американська колекція налічує майже 30 тис. зразків ячменю різного

походження, включаючи сорти, селекційні лінії, дикі родичі та інтродукції, що ретельно охарактеризовані за господарсько цінними ознаками. Зазначені ресурси широко використовуються для пошуку нових алелів, пов'язаних зі стійкістю до хвороб, абіотичних стресів, підвищення врожайності та адаптивності. Прикладом ефективного використання генетичних колекцій є створення сорту «Burton» зі стійкістю до пшеничної попелиці на основі афганського зразка PI 366450, а також ідентифікація донорів резистентності до вірусу жовтої мозаїки ячменю у фондах Університету Окаяма [31, 37, 43, 64].

Сучасні методи загальногеномних асоціацій та прогнозування широко впроваджуються для прискорення селекційного процесу й точнішого добору стійких генотипів. Так, у дослідженнях на великій вибірці комерційних ліній ячменю встановлено локуси, асоційовані зі стійкістю до борошнистої роси, рамуляріозу та окремих елементів продуктивності, що відкриває нові можливості для маркер-асоційованої селекції [32, 43, 56].

Виробництво зернових культур дедалі більше ускладнюється погіршенням фітосанітарного стану агроценозів. Навіть незначний рівень ураження посівів хворобами може призводити до істотних втрат урожаю та зниження якості продукції. У сучасному вирощуванні озимого ячменю проблема фітопатологічного захисту залишається надзвичайно актуальною та потребує значних фінансових і технологічних ресурсів. Одночасно зростає попит на екологічно безпечну продукцію, що стимулює зменшення застосування хімічних засобів захисту та посилює роль селекції на генетичну стійкість як основного напрямку сталого землеробства [34, 49, 55-57].

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) належить до культур із високим потенціалом продуктивності, проте щорічні втрати врожаю можуть досягати 25–30%, значною мірою через поширення грибних і вірусних захворювань. Умови зовнішнього середовища діють комплексно, а навіть короточасні коливання температури чи вологості зумовлюють суттєві зміни у фітопатогенному навантаженні. У цьому контексті генотипова стійкість рослин до збудників

хвороб є одним із найефективніших, економічно доцільних і екологічно безпечних способів обмеження їх шкодочинності [35, 40, 53].

Запровадження у виробництво сортів із підвищеною стійкістю є одним із найрезультативніших шляхів зменшення фітосанітарних ризиків. Вирощування таких генотипів сприяє зниженню рівня ураження посівів, стабілізації врожайності та поліпшенню якісних показників зерна. У Селекційно-генетичному інституті – НЦНС створено низку конкурентоспроможних сортів озимого ячменю (Достойний, Дев'ятий вал, Снігова королева та ін.), які забезпечують стабільну продуктивність у різних агрокліматичних умовах України. Результати державного сортовипробування підтверджують доцільність широкого впровадження ранньо- та середньостиглих сортів у контексті кліматичних змін як у Степу, так і в Лісостепу [36, 57, 64, 69].

За сучасного рівня землеробства сорти ячменю в Україні реалізують лише 25–30% свого генетичного потенціалу, що зумовлено насамперед недотриманням технологій вирощування та високим тиском біотичних чинників. Найдоступнішим і найбільш ефективним шляхом біологізації інтегрованих систем захисту є використання сортів із генетично зумовленою стійкістю до патогенів, що дозволяє одночасно підвищувати врожайність і зменшувати негативний вплив на довкілля. Встановлено, що сорти з комплексною резистентністю здатні забезпечувати приріст урожаю на 1,0–1,5 т/га без застосування фунгіцидів порівняно зі сприйнятливими генотипами [37, 43, 64].

Кліматична нестабільність ускладнює прогнозування продуктивності та вимагає глибшого залучення генетичних ресурсів у селекційний процес. Сучасні сорти характеризуються відносно вузькою генетичною базою, що підвищує їх уразливість до нових абіотичних і біотичних стресів. Використання геномних технологій, високоточного фенотипування та статистичних методів аналізу сприяє ідентифікації нових алелей і локусів, пов'язаних зі стійкістю до хвороб та адаптивністю. Це відкриває можливості для інтрогресії цінних генів

із диких родичів, локальних популяцій та неадаптованих форм у селекційні програми озимого ячменю [40, 51-54].

Селекція на імунітет є складнішою порівняно з добором за морфологічними або продуктивними ознаками, оскільки передбачає взаємодію двох мінливих генетичних систем – рослини-господаря та патогена. Складність зростає при формуванні комплексної стійкості до кількох збудників одночасно, особливо якщо відповідні механізми резистентності мають різну генетичну природу. Водночас нові сорти повинні поєднувати високу стійкість із цінними господарськими характеристиками, що є обов'язковою умовою їх реєстрації та практичного використання [44-47].

Дослідження вітчизняних науковців підтверджують значущість втрат урожаю від хвороб ячменю та необхідність систематичного включення ознаки резистентності до селекційних програм. На базі Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН виділено низку зразків різного еколого-географічного походження, що характеризуються стійкістю до основних листових хвороб і рекомендовані як донори цінних генів. Їх використання сприяє підвищенню адаптивного потенціалу нових сортів озимого ячменю [49, 55, 62].

Сучасні селекційні технології дозволяють створювати сорти з високою екологічною пластичністю, стабільною врожайністю та зниженою потребою в хімічному захисті. Умови посилення фітопатогенного навантаження роблять впровадження сортів із комплексною стійкістю пріоритетним завданням, оскільки саме такі генотипи забезпечують зменшення енергетичних витрат на виробництво зерна та підвищення екологічної безпеки агросистем [50, 63, 68].

Сільське господарство України в умовах кліматичних змін характеризується підвищеною чутливістю до гідротермічних коливань, що обумовлює необхідність адаптації сортового складу до нових екологічних реалій. Особливого значення набуває добір генотипів із високою екологічною стабільністю, здатних забезпечувати сталу продуктивність у різних біокліматичних умовах. Стабільність урожайності в умовах глобального

потепління є не менш важливою, ніж максимальний генетичний потенціал сортів [51, 64-69].

У сучасному рослинництві все більшої актуальності набуває концепція адаптивної селекції, спрямованої на створення сортів із широкою або вузькою екологічною спеціалізацією залежно від цільових умов вирощування. В Україні зростає частота екстремальних погодних явищ, зокрема тривалих і повторюваних посух, різких температурних коливань та нерівномірного розподілу опадів, що негативно впливає на формування врожаю та його якість. Тому селекція озимого ячменю повинна орієнтуватися не лише на підвищення потенційної продуктивності, а й на формування стійкості до комплексу абіотичних і біотичних стресів [ 53, 65].

Важливим критерієм цінності нових сортів є їх екологічна стабільність, що відображає відповідність між генотипом і умовами середовища. Показником такої відповідності є норма реакції, яка характеризує адаптивний потенціал сорту за різних агроекологічних умов. У зв'язку з цим інтеграція ознак продуктивності, адаптивності та хворобостійкості є ключовим напрямом сучасної селекції озимого ячменю [55, 62, 67].

Аналіз літературних джерел і сучасних наукових даних свідчить, що хвороби озимого ячменю залишаються одним із провідних чинників дестабілізації виробництва зерна. Порушення структури сівозмін, спрощення технологій вирощування та зростання забур'яненості посилюють фітосанітарний тиск, унаслідок чого низка раніше малопоширених патогенів набула епіфітотійного характеру. Саме цим проблемам присвячено польові та лабораторні дослідження, результати яких викладено в дисертаційній роботі.

Одже, озимий ячмінь є важливою зерновою культурою, широко поширеною в аграрних регіонах України. Його високий потенціал урожайності та адаптивність зумовлюють значну роль у структурі посівів, особливо в умовах степової зони. Це також підтримується наявністю вітчизняних сортів різних типів розвитку та господарських характеристик, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов.

За належного рівня агротехніки озимий ячмінь здатний формувати врожай понад 10 т/га, однак погодні чинники істотно впливають на прояв грибних хвороб і реалізацію продуктивного потенціалу. Подовження осінньої вегетації в умовах глобального потепління сприяє активнішому розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей, а також борошнистої роси. У результаті зростає фітопатогенне навантаження на агроценози, що за відсутності ефективного захисту може знижувати врожайність на 30–40%.

Селекційними установами створено конкурентоспроможний сортимент озимого ячменю, здатний забезпечувати стабільні врожаї в різних агрокліматичних регіонах України. Проте головною перешкодою для повної реалізації генетичного потенціалу продуктивності залишається ураження рослин патогенами. Тому необхідними є подальші дослідження зі встановлення рівня стійкості перспективних сортів до грибних хвороб та вдосконалення адаптивних технологій вирощування з оптимізацією систем захисту культури.

## РОЗДІЛ 2

### МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Місце та умови проведення досліджень

Польові дослідження виконували на виробничих посівах СК «Еліта» Одеської області. Лабораторні аналізи з ідентифікації патогенних організмів, визначення вмісту хлорофілу та оцінки якості зерна проводили у міжкафедральній науково-дослідній лабораторії ОДАУ.

Ґрунти степової зони України характеризуються значним природним потенціалом родючості. За співвідношенням імовірної родючості до оптимального ресурсного забезпечення та еталонного чорнозему слабколужного цей показник для чорноземів становить 0,96–1,00, а для темно-каштанових ґрунтів – близько 0,86. Водночас у практиці землеробства навіть за високого рівня агротехніки зазначене співвідношення часто знижується до 0,56–0,63 та 0,53–0,56 відповідно, з тенденцією до зменшення із заходу на південний схід степової зони. Поширені у регіоні чорноземи різних підтипів і темно-каштанові ґрунти відзначаються високою загальною пористістю, що забезпечує добрі водно-повітряні властивості. Натомість на дерново-підзолистих ґрунтах і солонцях цей показник істотно нижчий. Рівень аерації ґрунтів степу загалом високий, за винятком солонцюватих різновидів, де він помітно зменшується. Ґрунтоутворювальними породами в регіоні є лесоподібні, алювіальні, озерні, делювіальні та пролювіальні відклади.

Одеська область вирізняється значним аграрним потенціалом, зумовленим переважанням родючих чорноземних ґрунтів. Регіон також має високі рекреаційні ресурси, зокрема завдяки морському узбережжю, лікувальним грязям, мінеральним водам та природним ландшафтам. Важливу

роль у формуванні ґрунтового покриву відіграє степова рослинність, представлена багаторічними ксерофітними травами, злаками, дводольними видами та ефемерами.

У степовій зоні ґрунтові процеси історично визначалися особливостями накопичення й трансформації органічної речовини степової рослинності. Понад 75% щорічного надходження органічної маси (25–30 т/га) припадає на відмерлі корені, які акумулюються у верхніх горизонтах ґрунту. Короткий цикл розвитку трав'яних рослин зумовлює інтенсивніший кругообіг поживних елементів порівняно з лісовими екосистемами.

Найпоширенішими ґрунтами степової зони є чорноземи звичайні та південні, які займають відповідно 66,3% і 20,2% площ сільськогосподарських угідь. Чорноземи південні характерні для Причорноморської низовини на схід від Дністра та охоплюють понад 3,3 млн га. Вони мають диференційований профіль із щільним ілювіальним горизонтом, збагаченим мулистими фракціями, виразність якого зростає у південному напрямку. Вміст гумусу в цих ґрунтах залежить від географічного положення та гранулометричного складу й у важкосуглинкових чорноземах становить у середньому 3,0–3,5%. Південні чорноземи характеризуються дещо нижчим рівнем гумусу та родючості порівняно зі звичайними чорноземами, що пов'язано з меншим надходженням органічної речовини та слабколужною реакцією ґрунтового розчину (рН 7,6–7,9). Загальний вміст азоту становить 0,1–0,2%, фосфору – 0,1–0,15%, рухомого фосфору – 40–120 мг/кг, обмінного калію — 3–12 мг/кг ґрунту.

Дослідні ділянки СК «Еліта» розташовані на малогумусних південних чорноземах, типових для даного регіону. Потужність гумусового горизонту становить 50–55 см, орний шар – близько 25 см. Агрохімічні показники ґрунту: вміст гумусу за Тюрнімом – 2,95%, сума ввібраних основ – 301–342 мг/кг, легкогідролізованого азоту – 113–138 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію за Чириковим – відповідно 114–131 та 101–111 мг/кг ґрунту, реакція середовища – слабколужна (рН 7,8).

Сума активних температур вище  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  у регіоні становить  $2800\text{--}3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Річна кількість опадів зростає з південного сходу на північний захід і коливається в межах  $390\text{--}460\text{ мм}$ . Середня температура липня сягає  $24\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а максимальні значення можуть досягати  $37\text{--}39\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Безморозний період триває  $170\text{--}180$  днів, скорочуючись у північніших районах.

За багаторічними даними Ізмаїльської агрометеостанції середньорічна температура повітря становить близько  $+10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Літо відзначається тривалістю та високими температурами (середньомісячна температура липня  $+22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), зима— м'якістю і частими відлигами (середня температура січня  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Середня відносна вологість повітря протягом року становить близько  $75\%$ , однак у літній період вона часто знижується до  $40\text{--}50\%$ , а інколи й нижче  $30\%$ . Сума активних температур перевищує  $2800\text{--}3400\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Осінній період 2024 року характеризувався переважно теплою погодою та обмеженою кількістю опадів, що, однак, не перешкодило формуванню своєчасних і рівномірних сходів. Середня температура за сезон становила  $14,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що на  $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  перевищувало норму, а кількість опадів —  $61,2\text{ мм}$ . Озимий ячмінь увійшов у зимовий період у задовільному фізіологічному стані.

2024 рік був найтеплішим серед років досліджень: середньорічна температура повітря сягнула  $10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що на  $3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  перевищувало багаторічну норму. Особливістю року стало те, що жодного місяця середньомісячна температура не опускалася нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; найхолоднішим був лютий із показником  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Весна 2024 року характеризувалася складними умовами. У першій декаді квітня сума опадів зросла у  $1,5$  раза (до  $138\text{ мм}$ ), що спричинило перезволоження ґрунту й затримку початку весняно-польових робіт. У травні середня температура становила  $14,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів —  $43,2\text{ мм}$ , що складало лише  $25\%$  норми, внаслідок чого спостерігалось пригнічення росту і розвитку рослин. У червні середньодобова температура досягла  $21,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а опади —  $87,9\text{ мм}$ , що на  $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  перевищувало середньобагаторічні значення.

Осінній дефіцит опадів 2024 року у поєднанні з підвищеним температурним режимом у вересні ускладнив підготовку ґрунту та накопичення вологи перед сівбою озимого ячменю. Весняно-літній період вегетації відзначався спекотною погодою та нерівномірним випадінням опадів, загальна кількість яких у березні–травні становила близько 139 мм.

Навесні 2025 року найбільша кількість продуктивних опадів випала у другій декаді квітня, що позитивно вплинуло на інтенсивність росту рослин та формування листостеблової маси. У літній період умови вегетації були більш посушливими й спекотними, опади практично відсутні, а температурний режим характеризувався значними коливаннями. Середньомісячні температури впродовж літа перевищували багаторічні показники на 0,7–4,5 °С.

Узагальнення метеорологічних умов за 2024–2025 рр. засвідчило їхню високу контрастність за температурним режимом і характером зволоження, що створило можливості для всебічної оцінки сортів озимого ячменю за стійкістю до хвороб і показниками структури врожайності.

## **2.2. Методика досліджень**

*Діагностику хвороб* ячменю озимого і дослідження особливостей їх розвитку вивчали на сортах Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Луран в умовах СК «Еліта».

У фази кущіння, виходу в трубку, цвітіння та молочно-воскової стиглості здійснювали обліки хвороб за загальноприйнятими методикам [5,6]. За шкалою ВВСН, проводили визначення стадій розвитку рослин ячменю озимого [7]. На кожній дослідженій ділянці, в чотириразовій повторності обліковували 100 рослин (10 рослин в 10 місцях). Ступінь розвитку хвороби, встановлювали за відсотками площі, зайнятої плямами, за шестибальною шкалою.

Обліки проводили за шкалою Пересипкіна і Коваленка [8]:

0 – симптоми відсутні;

1 – уражено до 10 % листкової поверхні;

2 – уражено від 11 до 25 % листкової поверхні;

- 3 – уражено від 26% до 50 % листкової поверхні;
- 4 – уражено від 51% до 75 % листкової поверхні;
- 5 - уражено більше 75%.

Поширення хвороби, або частоту виявлення уражених рослин, розраховували за формулою:

$$P = \frac{a \cdot 100}{A} \quad (2.1)$$

де  $P$  – кількість уражених рослин, %;

$A$  – загальна кількість рослин в пробі, шт.;

$a$  – кількість уражених рослин в пробі, шт.

Для визначення розвитку хвороби, або ступеня ураження, використовували формулу:

$$P_x = \frac{\sum(a \cdot b) \cdot 100}{A \cdot K}, \quad (2.2)$$

де  $P_x$  – розвиток хвороби, %;

$a$  – число рослин з однаковими ознаками ураження;

$b$  – відповідний цим ознакам бал ураження;

$\sum ab$  – сума добутку числових показників  $ab$ ;

$A$  – число рослин в пробі;

$K$  – вищий бал облікової шкали.

Результати обстежень оброблялись методами варіаційної статистики.

**Визначення мікофлори зерна ячменю озимого.** Для визначення видової структури патогенних грибів, що уражують зерно озимого ячменю на полях СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, було відібрано зразки зерна сортів Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія та Луран за 2024-2025 роки досліджень.

У лабораторії проводили фітопатологічний аналіз зерна з метою оцінки рівня інфікування грибами відповідно до ДСТУ 4138-2002 [4]. Визначення видового складу грибів роду *Fusarium* здійснювали за загальноприйнятими

методиками [9,10,11], а для аналізу ізолятів роду *Alternaria* керувалися працями Е. Сіммонса [12,13].

На початковому етапі зразки зерна промивали протягом двох годин під проточною водою. Для поверхневої стерилізації зерно занурювали в 70% спиртовий розчин на 1–2 секунди, після чого промивали дистильованою водою, обсушували між листками фільтрувального паперу та поміщали у чашки Петрі. Матеріал витримували в термостаті при 26°C протягом 7 днів. Спостереження за ростом міцелію та ідентифікацію грибів проводили під бінокелем. При цьому визначали вид патогена і виділяли чисту культуру, яку переносили на різні живильні середовища: картопляно-глюкозний агар (КГА), середовище Чапека, картопляно-морквяне середовище [14].

Для активного спороношення ізолятів *Fusarium* додатково застосовували селективне середовище за методикою Ніренберга, що включає: 0,4 г глюкози, 1 г KNO<sub>3</sub>, 1 г KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5 г MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0,5 г KCl, 20 г агар та 1 л дистильованої води [15].

Оцінку ізолятів проводили на 7–10-й день, звертаючи увагу на формування мікронідій та морфолого-культурні ознаки колоній (зabarвлення міцелію та стром, характер росту тощо). У випадках відсутності спороношення використовували метод мікрокультури [16]: на внутрішню поверхню кришки стерильної чашки наносили краплі рідкого середовища Чапека (0,1–0,2 мл) на відстані 2 см одна від одної; дно чашки вкривали двома шарами фільтрувального паперу, зволожували 2–3 мл стерильної води і інокулювали частинками міцелію за допомогою посівної голки. Культури витримували при 26–28°C, а через 48–72 години спостерігали типове спороношення *Fusarium* spp.

Ідентифікацію патогенів здійснювали шляхом мікроскопічного аналізу, враховуючи морфологію мікро- та макронідій, а також наявність чи відсутність хламідоспор. Мікроскопічні дослідження виконували за допомогою мікроскопа NIKON OPTIPHOT-2, а фотографування проводили з використанням мікрофотонасадки та фотокамери NIKON FX 35 DX.

## Оцінка ураження листкових хвороб озимого ячменю

Дослідження ступеня ураження листя хворобами проводили у 2024–2025 роках на сортах озимого ячменю Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра та Луран на полях СК «Еліта» Одеської області. Для визначення інтенсивності ураження враховували максимальні показники розвитку хвороб протягом вегетаційного періоду. Обліки проводили згідно з загальноприйнятими методиками [17,18].

**Сейм** – озимий ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare*), створений селекцією Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення. Належить до високопродуктивних сортів, придатних для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Колос шестирядний, середньої довжини та щільності, солом'яно-жовтого кольору, неламкий. Ості довгі, еластичні, злегка розлогі. Колоскові та квіткові луски вузькі, без опушення. Кущ напівпрямостоячий, листки зелені зі слабким восковим нальотом.

Рослини середньорослі, формують зерно середнього розміру, жовтого кольору, видовженої форми. Маса 1000 зерен становить у середньому 40–45 г. Потенційна врожайність сорту становить 8–9 т/га. Характеризується високою зимостійкістю та морозостійкістю (7–8 балів), посухостійкістю – 6–7 балів, стійкістю до вилягання – 8–9 балів. Сорт стійкий до борошнистої роси та смугастого гелмінтоспоріозу, є носієм генетичної стійкості до сажкових хвороб. За тривалістю вегетаційного періоду належить до середньостиглих сортів [19].

**Дев'ятий вал** – озимий ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare L.*), селекції СГІ–НЦНС. Колос шестирядний, середньої довжини (8–9 см), середньощільний (11–12 члеників на 4 см), неламкий, прямокутний з переходом у ромбічну верхню частину, солом'яно-жовтий. Ості довгі, тонкі, еластичні, слабо зазубрені. Колоскова луска вузька, тонка, без опушення; квіткова луска зморшкувата, з добре вираженою нервацією. Кущ напіврозлогий, листя проміжне, зелене, не опушене, з легким восковим нальотом. Висота рослин –

110–117 см. Зерно велике, жовте, видовжене; маса 1000 зерен – 47–49 г. Сорт дворучка з підвищеною адаптивністю до умов південних регіонів, добре кущиться при пізніх сходах восени та ранньою весною. Середня врожайність – 10,5 т/га, посухостійкість – 8 балів, зимо- та морозостійкість – 7 балів, стійкість до вилягання – 8 балів, стійкість до борошнистої роси, чорної та кам'яної сажки – 9 балів. Скоростиглий [20].

**Вінтра** – це сорт озимого ячменю (*Hordeum vulgare*), створений у Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення. Він належить до різновиду *pallidum* і характеризується доброю адаптивністю до умов вирощування в різних зонах України.

Рослини формують шестирядний колос середньої довжини та щільності, солом'яно-жовтого кольору. Кущ напівпрямостоячий, листки зелені зі слабким восковим нальотом. Зерно середнього розміру, видовжене, жовтого кольору; маса 1000 зерен становить приблизно 37–40 г.

Сорт належить до середньостиглих: тривалість вегетаційного періоду становить близько 249–265 діб, висота рослин – близько 70–77 см. Потенційна врожайність може досягати приблизно 4,6–6,3 т/га залежно від умов вирощування та агротехніки. Сорт відзначається доброю стійкістю до вилягання, обсіпання, посухи та більшості поширених хвороб зернових культур. Вміст білка в зерні становить у середньому 10,5–11,9 %. [21].

**Луран** – озимий шестирядний ячмінь (оригінатор: Saaten-Union), різновид *pallidum*. Колос 9–10 см, щільний, неламкий, прямокутної форми з плавним переходом у ромбічну верхню частину, солом'яно-жовтий. Висота рослин – 67–76 см, маса 1000 зерен – 45–53 г, вміст білка – 12–13,5%. Вегетаційний період – 267 днів. Норма висіву – 2,8–3,2 млн/га. Висока врожайність – 8,0 т/га, зимо- і посухостійкість, стійкість до вилягання та хвороб – висока [22,23].

**Визначення впливу сучасних фунгіцидів на вміст хлорофілу у листках озимого ячменю**

Експериментальні дослідження проводили у 2024–2025 роках на листках районованих сортів озимого ячменю після застосування сучасних фунгіцидів: на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га; на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га та на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га.

Вміст хлорофілу визначали за допомогою портативного приладу N-тестер, призначеного для оцінки азотного живлення зернових культур. Вимірювання проводили двічі протягом вегетаційного періоду – через 15 днів після обробки рослин фунгіцидами, відповідно до інструкції.

Визначення концентрації хлорофілу здійснювали на 30 повністю сформованих листках. Результати повторювали до появи на дисплеї позначки «N=30». При значних розбіжностях показників вимірювання автоматично відкидалися, а процедуру повторювали до отримання середнього значення умовних одиниць хлорофілу.

Для оцінки токсичності фунгіцидів відносно патогену *Pyrenophora teres* Drechsler застосовували метод пророщування конідій у краплі розчину препарату на предметному склі. Моноспорові ізоляти вирощували на середовищі Чапека при оптимальній температурі 18–22 °С. Суспензію конідій готували за 30 хвилин до початку експерименту, концентрація становила 30–50 тис. конідій/мл.

Градiєнт концентрацій хiмiчних речовин створювали за допомогою послiдовних розведень: 0,5; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001. Для точного дозування на предметних скельцях розмічали квадрати зі стороною 1 см та наносили по 0,1 мл випробуваного розчину на кожен квадрат мікропіпеткою. Потім додавали 0,1 мл спорової суспензії і поміщали підготовлені скельця у вологу камеру: на дно чашки Петрі вкладали два кружки фільтрувального паперу, залишаючи матеріал на 4–6 годин за температури 19–22 °С.

Облік пророслих та непророслих конідій проводили під мікроскопом при малому збільшенні ( $\times 16$ ), підраховуючи 10 випадкових ділянок на кожній краплі. У кожному повторенні оцінювали 100 конідій. Фунгіциди, що тестували, містили такі активні компоненти:

- Фунгіцид на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га. (відповідає препарату Priaxor)
- Фунгіцид на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га. (відповідає препарату Aviator Xpro)
- Фунгіцид на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га. (відповідає препарату Skyway Xpro) [24].

За допомогою формули Еббота порівнювали експериментальні дані до контролю:

$$T = \frac{T_K - T_O}{T_K} \cdot 100, \quad (2.3)$$

де,  $T$  – відсоток пророслих конідій щодо контролю,

$T_O$  – відсоток пророслих конідій в досліді,

$T_K$  – відсоток пророслих конідій в контролі.

Визначення токсичності фунгіцидів проводили методом пробіт-аналізу за показниками гальмування росту  $ED_{50}$  та  $ED_{95}$ . Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за методом дисперсійного аналізу [25].

### **Оцінка технічної та господарської ефективності сучасних фунгіцидів**

У лабораторії визначали енергію проростання та схожість насіння озимого ячменю відповідно до ГОСТ 10968-79. Дослід проводили у чотириразовій повторності, використовуючи по 100 насінин у кожному повторенні. Енергію проростання оцінювали на 4-й день, а схожість – на 7-й день [26].

У польових умовах дослідження здійснювали на ділянках площею 50 м<sup>2</sup>, також у чотириразовій повторності за рандомізованою схемою розміщення. Ефективність фунгіцидів оцінювали на озимому ячмені сортів Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра, Луран на території Одеської області. Використовували препарати фунгіцидної дії у сучасних препаратах:

1. Фунгіцид на основі флуксапіроксаду (62,5 г/л) + епоксиконазолу (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га (відповідає препарату Priaxor)

Комбінований системний фунгіцид із двома механізмами дії. Діюча речовина флуксапіроксад належить до групи карбоксамідів (SDHI-фунгіциди) і пригнічує фермент сукцинатдегідрогеназу в мітохондріях грибів, що блокує клітинне дихання та припиняє розвиток міцелію і проростання спор.

Епоксиконазол належить до триазолів (DMI-фунгіцидів) і пригнічує біосинтез ергостеролу в клітинах патогенів, що призводить до припинення росту грибів і їх загибелі.

Поєднання цих діючих речовин забезпечує профілактичну, лікувальну та антиспоруляційну дію. Фунгіцид ефективний проти комплексу хвороб зернових культур, зокрема борошнистої роси, септоріозу, різних видів плямистостей та іржі, а також сприяє підвищенню врожайності та покращенню фізіологічного стану рослин.

2. Фунгіцид на основі бензовіндіфлупіру (75 г/л) + протіоконазолу (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га (відповідає препарату Aviator Xpro)

Системний фунгіцид комбінованої дії. Бензовіндіфлупір (солатенол) належить до групи SDHI-фунгіцидів і блокує фермент сукцинатдегідрогеназу в дихальному ланцюзі грибів, що порушує енергетичний обмін і пригнічує розвиток патогенів.

Протіоконазол є системним триазольним фунгіцидом, який пригнічує синтез стеролів у клітинах грибів, що призводить до припинення росту та розвитку збудників хвороб.

Препарат має захисну, лікувальну та тривалу профілактичну дію. Використовується для контролю комплексу листових хвороб зернових

культур, зокрема септоріозу, іржі, борошнистої роси та гельмінтоспоріозу, забезпечуючи довготривалий захист посівів.

3. Фунгіцид на основі біксафену (50 г/л) + флуопіраму (50 г/л) + протіоконазолу (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га (відповідає препарату Skyway Xpro)

Трикомпонентний системний фунгіцид широкого спектра дії. Біксафен і флуопірам належать до групи SDHI-фунгіцидів і пригнічують фермент сукцинатдегідрогеназу в клітинах грибів, порушуючи процес клітинного дихання та розвиток міцелію.

Протіоконазол є фунгіцидом із групи триазолів, який інгібує синтез ергостеролу в клітинах патогенів і забезпечує лікувальну дію.

Поєднання трьох діючих речовин із різними механізмами дії забезпечує високу ефективність проти широкого спектра хвороб зернових культур, зокрема борошнистої роси, септоріозу, іржі та гельмінтоспоріозу, а також зменшує ризик виникнення резистентності патогенів [31–33].

Технічну ефективність фунгіцидів визначали за формулою:

$$E = \frac{(a - b)}{a} \times 100, \quad (2.4)$$

де  $E$  – технічна ефективність, %;

$a$  – розвиток хвороби в контролі, %;

$b$  – розвиток хвороби в досліді, %.

Урожай зерна визначали поділяючно з 1 м<sup>2</sup>, масу 1000 зерен. Проби в чотириразовій повторності відбирали з відміряних ділянок (100 x 100 см), зрізали і складали у марлевий мішечок для підсушування та обмолоту. Після обмолоту зважували [34,35,36]. Збережений урожай визначали за формулою:

$$Y = \frac{(b - a)}{b} \times 100, \quad (2.5)$$

де  $Y$  – збережений урожай, %;

$a$  – урожай з м<sup>2</sup> на контролі;

$b$  – урожай з м<sup>2</sup> на обробленій ділянці.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу.

**Визначення економічної ефективності фунгіцидів.** За оцінки показників економічної ефективності застосування сучасних хімічних засобів захисту ячменю озимого від хвороб листя використані показники умовно-чистого прибутку й рентабельності.

Умовно чистий прибуток розраховували за формулою:

$$\Pi = B_y - \Sigma B_d, \quad (2.6)$$

де  $B_y$  – вартість збереженого врожаю, грн./га;

$\Sigma B_d$  – сума додаткових витрат (включаючи вартість препарату, витрати, пов'язані із його застосуванням, витрати на збирання, перевезення та доочищення додаткового врожаю), грн./га.

Вартість збереженого врожаю розраховувалась таким чином:

$$B_y = Y_v \cdot C_v - Y_k \cdot C_k, \quad (2.7)$$

де  $Y_v$  – урожай зерна у дослідному варіанті, т/га;

$Y_k$  – урожай зерна у контрольному варіанті, т/га;

$C_v$  – ціна на зерно у дослідному варіанті, грн./т;

$C_k$  – ціна на зерно у контрольному варіанті, грн./т;

Рентабельність розраховували за формулою:

$$P = \frac{\Pi}{\Sigma B_d} \times 100, \quad (2.8)$$

де  $\Pi$  – умовно-чистий прибуток, грн./га;

$\Sigma B_d$  – сума додаткових витрат, грн./га.

Одже, протягом 2024–2025 рр. природно-кліматичні умови регіону були мінливими, з переважанням позитивних температур та варіабельною кількістю опадів. Незважаючи на це, дослід з інокуляції ячменю патогенами *Fusarium* spp., *Helminthosporium* spp., *Alternaria* spp., *Cladosporium herbarum*, *Penicillium* spp. та оцінки стійкості сортів були проведені своєчасно й якісно.

У дослідженнях використовувався різноманітний матеріал: сорти Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра та Луран. Оцінювали також ефективність сучасних фунгіцидів з наступними діючими речовинами: на основі флуксапіроксаду (62,5 г/л) + епоксиконазолу (62,5 г/л); на основі бензовіндіфлупіру (75 г/л) + протіоконазолу (150 г/л); на основі біксафену (50 г/л) + флуопіраму (50 г/л) + протіоконазолу (100 г/л.).

Дослідження виконувалися за загальноприйнятими лабораторно-польовими методиками, що забезпечило отримання достовірних та відтворюваних результатів щодо розвитку патогенів та стійкості сортів.

## РОЗДІЛ 3

### ПОШИРЕННЯ, РОЗВИТОК ТА ШКІДЛИВІСТЬ ОСНОВНИХ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

#### 3.1. Видовий склад патогенів основних хвороб ячменю озимого

Протягом останнього десятиліття в Україні спостерігаються помітні зміни температурного режиму, зокрема збільшення теплового забезпечення вегетаційного періоду багатьох сільськогосподарських культур, включно з ячменем озимим. Такі кліматичні зміни безпосередньо впливають на динаміку розвитку патогенів та їх співвідношення у фітопатоценозах, що, у свою чергу, призводить до посилення ураження листкових органів посівів: борошнистою россою, септоріозом, сітчастим гельмінтоспоріозом, ринхоспоріозом та іншими хворобами.

Метою проведених досліджень було оцінити фітосанітарний стан посівів ячменю озимого та встановити видове різноманіття і динаміку розвитку основних патогенів у польових умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області в 2024–2025 рр.

У ході спостережень було визначено, що протягом досліджуваних років на посівах ячменю озимого щорічно реєструвалися такі хвороби: борошниста роса (*Erysiphe graminis* DC), септоріоз листя (*Septoria hordei*), сітчастий гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*) та ринхоспоріоз (*Rhynchosporium graminicola*).

Борошниста роса (*Erysiphe graminis*) проявлялася на рослинах щороку, починаючи з фази кущіння і до виходу в трубку. Симптоми ураження

спостерігалися на листках, листкових піхвах та стеблах у вигляді тонкого павутиноподібного міцелію, який згодом ущільнювався і набував борошнистої структури. На завершальному етапі вегетації формувалися ватоподібні подушечки жовтувато-сірого кольору, на поверхні яких пізніше з'являлися дрібні чорні клейстотеції.

Таблиця 3.1

**Динаміка розвитку хвороб на ячмені озимому в умовах  
(СК «Еліта» Ізмаїльського району, Одеської області)**

Сорт	Фаза культури	Розвиток хвороби, %							
		борошниста роса ( <i>Erysiphe graminis</i> )		септоріоз ( <i>Septoria hordei</i> )		сітчастий гельмінтоспоріоз ( <i>Pyrenophora teres</i> )		ринхоспоріоз ( <i>Rhynchosporium graminicola</i> )	
		2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Сейм	Кущіння	3,4	3,8	1,4	0,8	2,5	1,5	2,5	0,4
	Вихід в трубку	5,0	2,4	3,6	1,4	5,3	3,3	4,1	2,6
	Цвітіння	1,0	0,6	5,8	3,1	12,4	4,1	3,6	2,0
	Молочно-воскова стиглість	0,0	0,0	10,1	5,0	16,1	5,0	1,5	0,0
Дев'ятий вал	Кущіння	4,4	2,6	1,6	0,7	2,6	1,8	2,5	0,6
	Вихід в трубку	5,1	2,1	3,1	1,4	5,1	2,0	4,5	2,3
	Цвітіння	1,4	1,4	6,2	3,2	10,5	3,2	3,4	1,6
	Молочно-воскова стиглість	0,2	0,0	10,7	5,1	14,7	4,5	1,1	0,0
Вінтра	Кущіння	3,1	2,6	1,8	1,4	3,2	1,7	2,4	0,7
	Вихід в трубку	5,4	1,0	3,6	2,2	5,5	3,2	4,6	2,9
	Цвітіння	1,3	0,4	5,9	3,4	11,2	4,2	4,1	1,3
	Молочно-воскова стиглість	0,0	0,0	12,4	5,3	17,2	5,0	2,4	0,0
Луран	Кущіння	3,8	2,6	1,7	1,1	3,3	1,7	2,6	0,8
	Вихід в трубку	5,0	1,5	4,1	2,8	5,4	3,5	4,6	2,8
	Цвітіння	2,4	0,4	6,4	4,2	12,5	4,4	3,4	1,4
	Молочно-воскова стиглість	0,0	0,0	13,4	5,9	18,2	5,1	2,0	0,0
НІР <sub>05</sub>		1,1	0,7	5,4	2,2	6,4	2,1	1,1	0,5

Динаміка ураження збудником борошнистої роси (*Erysiphe graminis*) проявлялась щороку та істотно залежала від погодних умов протягом вегетації рослин. У 2024 році, який характеризувався підвищеною вологістю, спостерігалось поступове наростання ступеня ураження від фази кущіння до виходу в трубку. Максимальний розвиток хвороби був зафіксований на сорті Вінтра і становив 5,4%. На інших досліджуваних сортах – Сейм, Дев'ятий вал та Луран – ступінь ураження варіювався в межах 1,0–5,1%. Висока вологість повітря та ґрунту створювала сприятливі умови для проростання конідій гриба, активного формування міцелію та його поширення на верхніх листках та листкових піхвах (таблиця 3.1.).

У 2025 році інфікування рослин відбулося на ранніх етапах розвитку. Уже у фазу кущіння на всіх сортах було зафіксовано прояви борошнистої роси, рівень ураження коливався від 2,6% до 3,8%. Проте в подальшому, внаслідок посушливих умов та низької відносної вологості повітря, інтенсивність розвитку хвороби значно зменшилася. До фази цвітіння рівень ураження знизився до 0,6–1,4%, що свідчить про сильний вплив кліматичних факторів на динаміку поширення патогену. Така зміна показників демонструє, що при обмеженій вологості середовища життєдіяльність *Erysiphe graminis* значно обмежується, що унеможлиблює формування масивного міцелію та клейстотеції на листках і стеблах рослин.

Таким чином, спостережувана динаміка ураження борошнистою росою підтверджує тісний зв'язок між погодними умовами та інтенсивністю розвитку хвороби, а також демонструє різну реакцію сортів ячменю озимого на патоген у залежності від їхньої генетичної стійкості та агротехнічних умов вирощування.

У 2024 році поширення септоріозу (*Septoria hordei*), відбувалось протягом всього вегетаційного періоду. При цьому, ступінь розвитку хвороби поступово наростав від 2,6 до 12,4%, за весь вегетаційний період. Швидкість наростання інфекції на районованих сортах відбувалась у фазу виходу в трубку та продовжувалась до молочно-воскової стиглості.

Уражувались переважно листя, стебла та іноді колоскові лусочки, у вигляді плям світло-зеленого та жовто-бурого забарвлення. На уражених листках з обох боків утворювалися чорні пікніди – плодові тіла збудника хвороби. При ідентифікації патогена, нами виявлені пікніди діаметром 125-200 мкм, а також безбарвні пікноспори, які мали 3-5 поперечних перетинок, 25-35x3-3,6 мкм.

Умови 2025 року були менш сприятливими для ураження рослин збудником і ступінь розвитку на сортах Сейм та Дев'ятий вал сягав від 0,7-0,8 до 5,0-5,4%. Встановлено, що найбільш уражувались патогеном сорти Вінтра і Луран –1,1-1,4 до 5,3 % та 5,9 % відповідно, у фази розвитку від кущання до молочно-воскової стиглості.

Вегетаційний період 2024 року створював сприятливі умови для раннього ураження рослин сітчастою плямистістю (*Pyrenophora teres* Drechsler). На досліджуваних сортах рівень ураження у фазу кушіння коливався від 2,5% до 3,3 %. Поширення патогена тривало протягом усього вегетаційного періоду. До фази трубкування інтенсивність розвитку хвороби поступово зростала на більшості сортів і становила 5,1–5,5%. Максимальна шкодочинність спостерігалася у фазу молочно-воскової стиглості, коли ступінь ураження сягав 14,8–18,4%.

Характерною ознакою захворювання було формування на листках овальних бурих плям з світло-жовтою облямівкою та наявність поперечних і поздовжніх смуг, які утворювали сітчастий малюнок, переважно на першому листку проростка. У подальшому на поверхні листків з'являлися типові сітчасті плями з коричневими штрихами на зеленому фоні. У фазу кушіння плями зазвичай розташовувалися на нижніх листках, тоді як на верхніх вони були поодинокими. Спороутворення відбувалося лише на некротизованих тканинах рослин. Під час ідентифікації патогена було отримано конідії світло-оливкового кольору циліндричної форми, розмір яких становив 82–176 × 15–22 мкм із 3–8 перегородками; конідиєносці були темні, багатоклітинні, циліндричні та формувалися пучками.

У 2025 році кліматичні умови були менш сприятливими для розвитку *Pyrenophora teres* Drechsler. Ступінь ураження на початкових етапах вегетації становив лише 0,5% у фазу кушіння та наростав до 5,0% у період молочно-воскової стиглості, що свідчить про суттєвий вплив вологості та температури на інтенсивність розвитку хвороби.

Щодо патогена *Rhynchosporium graminicola*, його прояви були зафіксовані протягом усіх років досліджень, проте найвищий рівень розвитку відмічався у 2025 році. На листках та листових піхвах формувалися плями сіро-зеленого кольору неправильної форми. На початковому етапі вони мали водянистий вигляд, пізніше підсихали, центральна частина ставала світлішою, а по периферії з'являлася темно-бура облямівка. Одночасно на нижній стороні листка спостерігалось утворення білого конідіального спорношення. При випаданні опадів плями набували сіро-голубого забарвлення, тоді як у спекотну погоду симптоми хвороби нагадували опіки листя. Максимальний рівень ураження спостерігався на сорті Валькірія (4,6 %), тоді як на інших сортах він коливався в межах 1,0–4,5%.

При мікроскопічній ідентифікації *Rhynchosporium graminicola* було встановлено, що міцелій має сірувате забарвлення, конідії безбарвні, двоклітинні, циліндрично-яйцеподібної форми: верхня клітина зігнута, нагадує дзьобик, нижня – загострена; розмір конідій становив 12–20 × 2,5–5,5 мкм. У 2024–2025 рр. середній ступінь ураження рослин цим патогеном залишався низьким (0,5–1,5%), а максимальні показники зафіксовані на сортах Валькірія і Луран – 2,8–2,9%.

Визначення видової структури основних збудників хвороб ячменю озимого в зоні Степу України – *Erysiphe graminis*, *Septoria hordei*, *Pyrenophora teres* Drechsler, *Rhynchosporium graminicola* – має ключове значення для розробки науково обґрунтованих систем захисту. Лише точне знання біології та етіології патогенів дозволяє прогнозувати розвиток хвороб та ефективно планувати заходи проти них.

Одже, протягом 2024–2025 рр. усі посіви районованих сортів ячменю озимого піддавалися ураженню основними захворюваннями листя: борошнистою росю, септоріозом, сітчастим гельмінтоспоріозом та облямівковою плямистістю. Дослідження показали, що домінуючим патогеном у посівах СК «Еліта» (Ізмаїльський район, Одеська область) є сітчастий гельмінтоспоріоз (*Pyrenophora teres*), ступінь розвитку якого коливався від 0,5% до 18,4%.

Розвиток борошнистої роси (*Erysiphe graminis*) залежав від погодних умов: у вологому 2024 році наростання ураження відбувалося від фази кущіння до виходу в трубку, максимальний показник зафіксовано на сорті Вінтра – 5,5%. У 2025 році раннє інфікування рослин проявилось у фазу кущіння (2,5–3,9%), проте посушливі умови обмежили розвиток хвороби до 0,5–1,6 % у фазу цвітіння. У 2025 році спостерігалось незначне збільшення ураження до виходу в трубку, із максимальним показником на сорті Луран – 5,5%, та мінімальним на сорті Сейм – 2,0%.

У 2024–2025 рр. розвиток *Rhynchosporium graminicola* залишався низьким, в середньому 0,5–1,5%, із найвищими показниками на сортах Вінтра і Луран – 2,8–2,9%.

Так, серед основних хвороб ячменю озимого домінує сітчастий гельмінтоспоріоз, тоді як борошниста роса та *Rhynchosporium graminicola* проявляються помірно і значною мірою залежать від погодних умов, що підкреслює необхідність моніторингу та застосування адаптованих заходів захисту рослин.

## РОЗДІЛ 4

### ІНФІКОВАНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ПАТОГЕНАМИ ГРИБНОЇ ЕТІОЛОГІЇ

#### 4.1. Мікофлора зерна ячменю озимого

Сучасні екологічні умови в Україні зумовлюють необхідність ретельного контролю якості продовольчого зерна ячменю озимого та продуктів його переробки. Одним із ключових чинників, що визначають якість зерна, є його ураження мікроорганізмами, зокрема грибовими патогенами. Особливу увагу слід приділяти партіям зерна, які використовуються для дитячого харчування та продуктів швидкого приготування, оскільки наявність патогенів безпосередньо впливає на безпеку продукції.

Для визначення видового складу грибових збудників, що колонізували зерно, зібране на дослідних посівах СК «Еліта» Одеської області, були відібрані зразки зерна за 2024–2025 рр. районів сортів: Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра та Луран. Результати лабораторного аналізу внутрішньої інфекції зерна представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

#### Мікрофлора насіння ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2024 р.)

Показник	Сорти			
	Сейм	Дев'ятий вал	Вінтра	Луран
Внутрішня інфекція, %	74,4	71,7	76,1	73,8
В т.ч.				
<i>Fusarium spp</i> , %	10,8	6,8	6,7	6,4
<i>Helminthosporium spp</i> , %	7,0	16,1	7,2	15,4
Бактеріальні хвороби, %	0,4	1,2	2,2	2,0
<i>Alternaria spp</i> , %	52,0	36,2	41,0	42,3
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	2,0	4,9	4,0	4,1
<i>Penicillium spp</i> , %	0,6	0,2	1,9	1,6
Інші види, %	1,6	6,3	13,1	2,0

В результаті фітопатологічного аналізу зразків сортів, виявлено, що 2024 році рівень внутрішньої інфекції зерна був високим (в середньому по досліджуваних сортах - 74,0% ) в порівнянні з 2025 рр. та (40,87%). Насамперед, це пояснюється погодними умовами, які негативно впливали на рослини в період вегетаційного вологого періоду 2024 року.

Встановлено, що в усіх зразках сортів ячменю озимого 2024 року були виділені гриби роду *Fusarium spp.* Частота ізоляції - від 6,8 до 10,8% (табл. 4.1), відповідно питома частка збудника в комплексі становила від 9,8% до максимальної 14,2% (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Структура комплексу фітопатогенів, виділених із насіння сортів ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2024 р.)**

Показники	Сорти			
	Сейм	Дев'ятий вал	Вінтра	Луран
<i>Fusarium spp</i> , %	14,2	9,8	9,9	9,8
<i>Helminthosporium spp</i> , %	10,0	18,7	10,0	21,0
Бактеріальні хвороби, %	0,8	2,0	3,0	3,0
<i>Alternaria spp</i> , %	53,8	29,8	40,0	35,0
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	2,6	3,4	4,2	5,2
<i>Penicillium spp</i> , %	1,0	0,5	2,0	1,5
Інші види, %	0,2	0,5	1,0	0,5

Патогенами *Helminthosporium spp.* найбільш уражувалось зерно сорту Дев'ятий вал. В умовах 2024 року збудник ізолювали із 18,7% насінин даного сорту, що були проаналізовані. Питома частка збудника становила максимальну 21,0%.

Домінуючим видом за вегетаційний період в патогенному комплексі були гриби роду *Alternaria spp.* ними було уражено від 29,8% до 53,8% насіння ячменю озимого, максимальний рівень ураження відмічали на сортах Сейм та Вінтра. Встановлено, що грибами *Cladosporium herbarum* уражено було від 2,6 до 5,2% зерен озимого ячменю.

В умовах 2025 р. внутрішню інфекцію несли від 38,8% до 42,5% зерен ячменю озимого (табл. 4.3). Досліджено, що серед інфікованого зерна збудниками, домінуюче положення займав рід *Helminthosporium*. Його питома частка в комплексі збудників була в межах від 15,4 % до 18,0 %.

Таблиця 4.3

**Мікрофлора насіння ячменю озимого  
(СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2025 р.)**

Показник	Сорти			
	Сейм	Дев'ятий вал	Вінтра	Луран
Внутрішня інфекція, %	41,6	38,8	40,7	42,4
В т.ч.				
<i>Fusarium spp</i> , %	3,2	2,2	2,4	4,2
<i>Helminthosporium spp</i> , %	15,4	16,7	18,0	17,9
Бактеріальні хвороби, %	0,4	0,8	0,8	1,2
<i>Alternaria spp</i> , %	16,0	15,7	13,9	12,0
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	2,0	1,8	4,1	2,9
<i>Penicillium spp</i> , %	0,4	0,6	0,4	0,6
Інші види, %	0,4	0,8	0,8	0,2

Значним відсотком зерно уражувалось *Alternaria spp.*, аналізовані показники знаходились на рівні 12,0-16,0%. Питома частка збудника в комплексі була 25,0-35,0% (табл.4.3).

Нами досліджено, що зерно видами грибів роду *Fusarium spp.* колонізувалось від 2,2 до 4,2% зерен. Питома частка даного роду в комплексі фітопатогенів, виділених із насіння становила від 5,2 % до 9,5 %.

Частота виявлення *Cladosporium herbarum* була вищою в порівнянні з попереднім роком, і становила від 1,8 до 4,1%, в той час як гриби роду

*Penicillium* зустрічались рідше – 0,4-0,6% зерен відповідно. Питома частка *Cladosporium herbarum* складала 4,5-8,5 %, а грибів *Penicillium spp.* була на низькому рівні і становила 0,9% – 1,4% (таблиця 4.4.).

Таблиця 4.4

**Структура комплексу фітопатогенів, виділених із насіння сортів ячменю озимого (СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2025 р.)**

Показники	Сорти			
	Сейм	Дев'ятий вал	Вінтра	Лура н
<i>Fusarium spp.</i> , %	8,0	5,2	6,0	9,5
<i>Helminthosporium spp.</i> , %	44,0	44,5	45,0	48,0
Бактеріальні хвороби, %	1,0	2,0	2,0	3,0
<i>Alternaria spp.</i> , %	35,0	35,0	34,0	25,0
<i>Cladosporium herbarum</i> , %	5,4	4,5	8,5	7,2
<i>Penicillium spp.</i> , %	0,9	1,2	1,0	1,4
Інші види, %	1,0	2,0	2,0	0,5

Результати проведених досліджень показали, що у 2024–2025 рр. на посівах ячменю озимого в умовах СК «Еліта» Одеської області рівень інфікованості зерна патогенними грибами був досить високим. Аналіз мікофлори зерна показав, що провідним збудником у патогенному комплексі виступали гриби роду *Alternaria spp.*, які займали до 35,0 % від загальної

частки колонізованого зерна. Друге місце за поширеністю посідав вид *Helminthosporium* spp., частка якого становила до 48 %. Інші гриби, такі як *Fusarium* spp., *Cladosporium herbarum* та *Penicillium* spp., уражували зерно в меншому обсязі, що свідчить про їх субдомінантну роль у формуванні мікробіологічного складу. Висока частка інфікування зерна зазначеними патогенами підкреслює значення систематичного моніторингу мікофлори та впровадження ефективних агротехнічних і захисних заходів для забезпечення якісного зерна та безпечності продуктів його переробки.

#### **4.2. Патогени роду *Alternaria* Nees, виділені із зерна ячменю озимого**

За даними сучасних українських досліджень, гриби роду *Alternaria* займають провідну позицію в мікофлорі зерна зернових колосових культур, досягаючи поширення майже 75 % випадків. Розповсюдженню цих патогенів сприяють декілька факторів: по-перше, вони здатні зберігати життєздатний міцелій та конідії у насінні, рослинних рештках та ґрунті; по-друге, процес споруляції у грибів відбувається в широкому температурному діапазоні від 5 до 30 °С; по-третє, за оптимальних умов інкубаційний період може тривати менше трьох діб [9].

Збереженню конідій у зерні під час зберігання сприяють помірні температура та низька вологість, що дозволяє патогенам зберігати життєздатність протягом кількох років. Інтенсивне поширення *Alternaria* спостерігається за спекотних та сухих умов, тоді як епіфітотії альтернаріозного “чорного зародка” найчастіше відбуваються у прохолодні вологі роки під час досягання зерна озимого ячменю [9].

Морфолого-культуральні характеристики патогенів роду *Alternaria* досліджували на картопляно-морквяному агарі (КМА). Під час ідентифікації враховували габітус споруляції моноспорових ізолятів, що дозволило визначити види: *A. infectoria*, *A. tenuissima* та *A. alternata* [9].

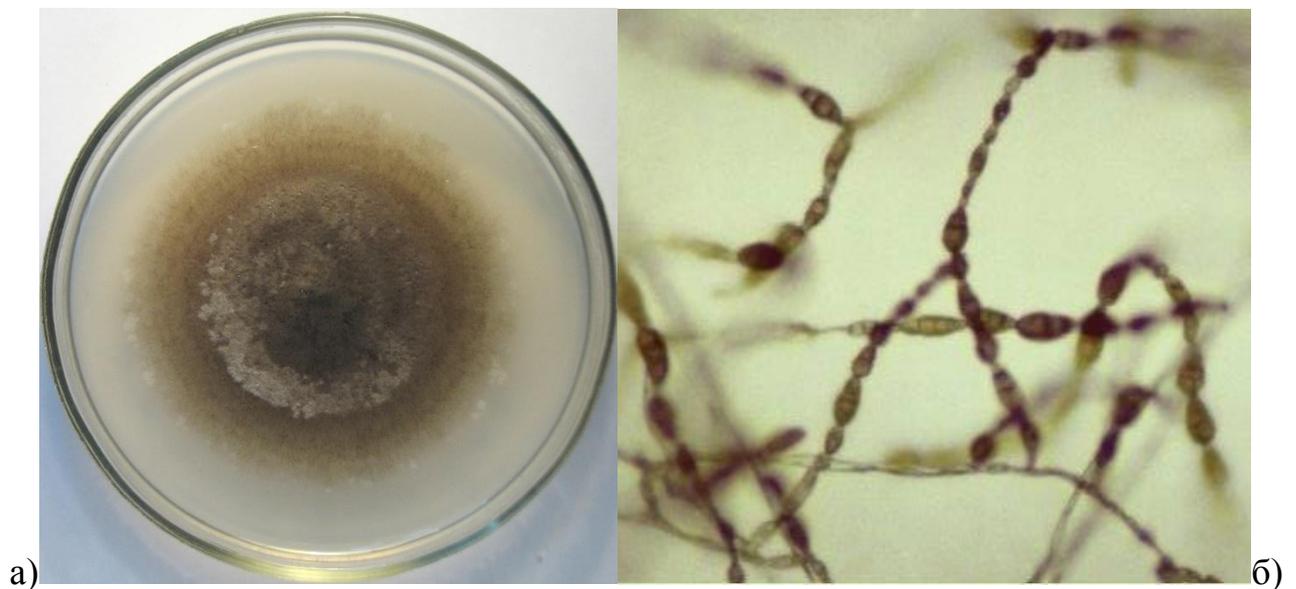
Домінуючим видом серед виявлених патогенів був *A. infectoria*, частка якого становила майже 37,5 % від ураженого зерна озимого ячменю. Колонії цього виду відзначалися добре розвиненим повітряним міцелієм сіруватого або безбарвного кольору. На 7–10-й день культивування у центрі колонії формувалося спороношення у вигляді ланцюжків конідій із довгими вторинними конідієносцями, більшість ізолятів утворювала поодинокі конідії. Розміри конідій залишалися стабільними та становили  $40\text{--}45 \times 10$  мкм [9].



**Рис. 4.2. Морфолого-культуральні ознаки**

***A. infectoria*: а – аверс, б– конідії [9]**

Частка ізоляції *A. tenuissima* із зразків зерна була суттєво нижчою і становила 15,9 %. Ізоляти формували зональні колонії з сірим або темно-сірим повітряним міцелієм [9] (рис. 4.3), при цьому часто спостерігався слабкий ріст культури. Спорношення характеризувалося утворенням нерозгалужених ланцюжків, які зазвичай склалися з 7–10 конідій, з подальшим збільшенням їх кількості до 14–15. На пізніших етапах формувалися розгалуження внаслідок розвитку вторинних конідієносців, що відходили від різних ділянок зрілих конідій патогена [9].

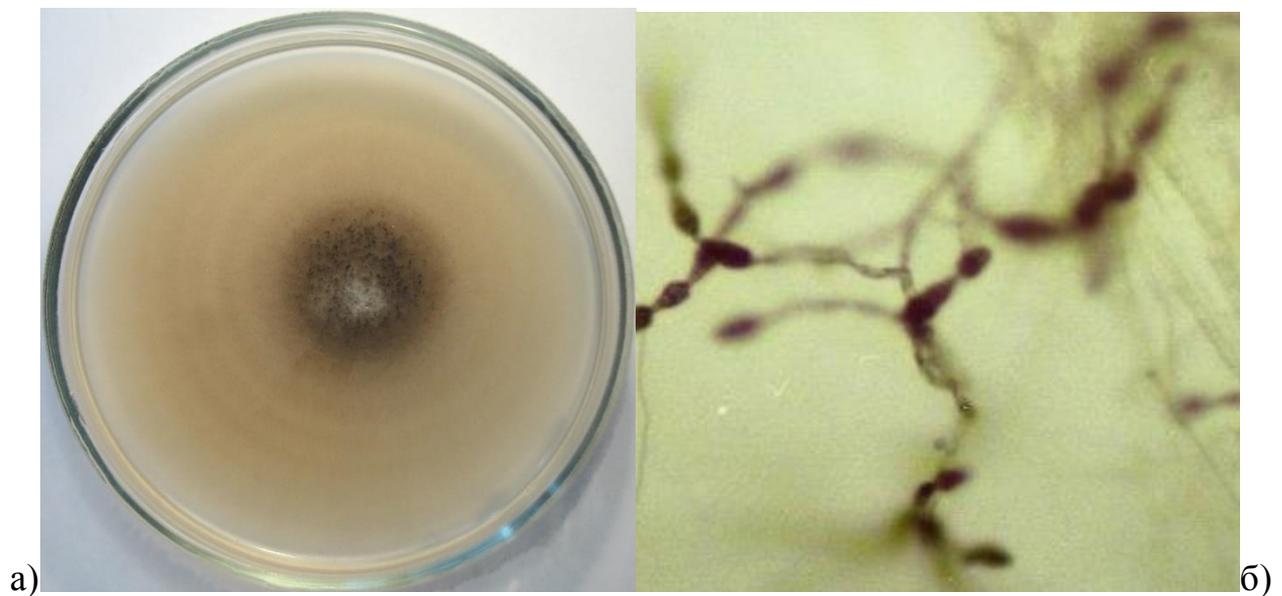


**Рис. 4.3. Морфолого-культуральні ознаки**

***A. tenuissima*: а – аверс, б – конідії [9]**

Найменшу частку серед ізольованих представників роду *Alternaria* становив вид *A. alternata* – у середньому близько 1,4 % (рис. 4.4). Його ізоляти формували колонії зі слабо розвиненим темно-сірим міцелієм та характеризувалися інтенсивним спороношенням із короткими розгалуженими ланцюжками конідій [9].

Аналіз зараженого зерна показав, що патогени роду *Alternaria* виявлялися у значній частині досліджуваних зразків. Так, у 2024 р. на сорті Сейм домінував вид *A. infectoria*, частка якого серед ізольованих патогенів становила 70,5 % (табл. 4.7), а у 2025 р. його поширення зросло до 75,4 %. Помітну роль у формуванні патогенного комплексу відігравав також *A. tenuissima*, частота ізоляції якого в різні роки коливалася в межах 11,9–33,5 % (у середньому близько 15,9 %). Водночас *A. alternata* траплявся спорадично, і його частка в структурі мікофлори зерна не перевищувала 1,2–2,1 %, що узгоджується з його мінорним значенням у патогенному комплексі озимого ячменю.



**Рис. 4.4. Морфолого-культуральні ознаки**

***A.alternata*: а – аверс, б– конідії [9]**

Аналіз зерна сорту Дев'ятий вал показав, що у 2024 році провідне місце серед збудників займав *A. infectoria* з часткою 72,3%, а у 2025 році його поширення зросло до 74,8%. Частота ізоляції *A. tenuissima* становила відповідно 20,8% і 18,2%. Мінімальною залишалася присутність *A. alternata* — 1,4% у 2024 році та 1,2% у 2025 році.

У посівах сорту Вінтра у 2024 році домінував *A. infectoria* (68,3%), тоді як у 2025 році його частка зросла до 73,6%. Вид *A. tenuissima* був представлений на рівні 29,6% у 2024 році та 14,9% у 2025 році. Колонізація зерна *A. alternata* залишалася незначною і коливалася в межах 1,3–1,5%.

Дослідження зерна сорту Луран засвідчили, що у 2024 році переважав *A. infectoria* (66,5%), а у 2025 році його частка зросла до 74,1%. Частота виявлення *A. tenuissima* змінювалася від 31,8% у 2024 році до 14,2% у 2025 році. Частка *A. alternata* була мінімальною й становила близько 1,0%.

Отримані результати досліджень зразків зерна районуваних сортів ячменю озимого Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра та Луран свідчать, що в агрокліматичних умовах Одеської області у 2024–2025 рр. патогенний

комплекс альтернаріозу був представлений трьома видами грибів роду *Alternaria*: *A. infectoria*, *A. tenuissima* та *A. alternata* (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Види роду *Alternaria* на зерні ячменю озимого та їх співвідношення, %  
(Одеська область, 2024-2025 рр.)**

Сорти	<i>A. infectoria</i>		<i>A. tenuissima</i>		<i>A. alternata</i>		Інші види	
	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Сейм	70,5	75,4	18,0	12,6	1,9	2,1	9,4	10,7
Дев'ятий вал	72,3	74,8	20,7	17,4	1,3	1,2	5,5	5,8
Вінтра	68,3	73,6	29,0	14,8	1,2	1,4	0,5	10,2
Луран	66,5	74,1	31,0	14,4	1,0	1,1	0,6	10,7

Провідну роль у формуванні інфекційного фону відігравали *A. infectoria* та *A. tenuissima*, які стабільно домінували в структурі мікофлори зерна та разом становили у середньому 19,7–71,9% усіх ідентифікованих ізолятів. Значно меншу частку займав *A. alternata*, що свідчить про його другорядне значення у формуванні комплексу збудників альтернаріозу озимого ячменю в регіоні досліджень. Отримані дані підтверджують провідну роль грибів роду *Alternaria* у мікробіоті зерна та необхідність урахування їх поширення при розробці ефективних заходів захисту культури й забезпеченні якості зернової продукції.

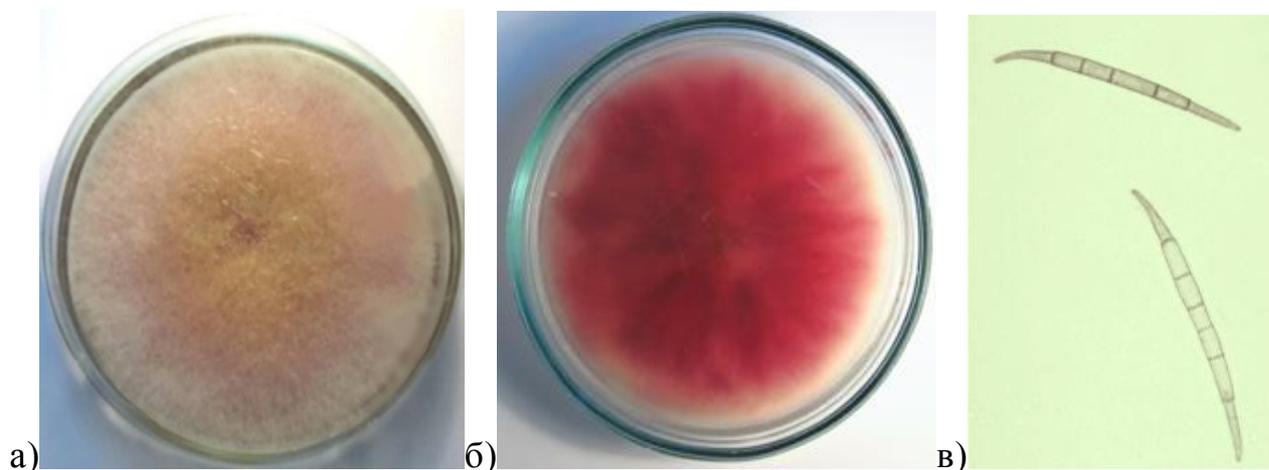
### 4.3. Патогени роду *Fusarium* Link, ізольовані із зерна озимого ячменю

Гриби роду *Fusarium* належать до числа найпоширеніших і найбільш шкочинних фітопатогенів зернових культур. Їх розвиток у посівах спричиняє не лише істотне зниження врожайності, а й накопичення в зерні мікотоксинів, небезпечних для здоров'я людини та тварин. Тому встановлення видового складу та структури популяцій домінуючих збудників є необхідною умовою для прогнозування ризику фузаріозної контамінації зерна в епіфітотійні роки та обґрунтування заходів захисту.

У зв'язку з цим у 2024–2025 рр. було проведено фітопатологічний аналіз зразків зерна озимого ячменю, відібраних у СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області. За результатами досліджень встановлено видовий склад грибів роду *Fusarium*, що колонізували зерно в роки спостережень. Ідентифіковані ізоляти належали до трьох секцій за класифікацією В. Й. Білай: *Discolor*, *Roseum* та *Sporotrichiella*.

Секція *Roseum* була представлена видом *Fusarium avenaceum* (рис. 4.6). У лабораторних умовах вивчали його морфолого-культуральні особливості на середовищах Чапека та картопляно-глюкозному агарі. Ізоляти характеризувалися інтенсивним розвитком повітряного міцелію, забарвлення якого варіювало від білого і рожево-жовтого до червонуватого та охряно-коричневого, часто з вираженим порошкоподібним нальотом. Строма мала білий або буро-червоний відтінок [9].

Конідиеносці були як простими, так і розгалуженими. Макроконідії тонкі, ниткоподібні, слабо серпоподібно зігнуті, з рівномірним діаметром по всій довжині та чітко сформованою ніжкою біля основи. Розміри триклітинних макроконідій становили  $20,8\text{--}61,4 \times 2,07\text{--}5,4$  мкм, п'ятиклітинних –  $33,4\text{--}81,4 \times 2,4\text{--}6,4$  мкм. Типових мікроконідій не виявлено; у повітряному міцелії формувалися лише перехідні конідії ланцетоподібної форми з трьома перегородками. Хламідоспори відсутні [9].

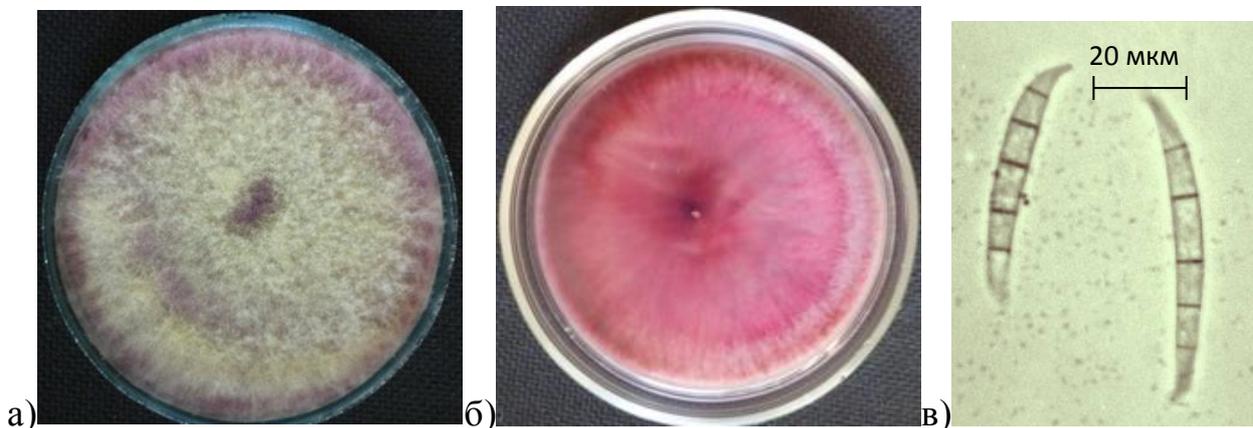


**Рис. 4.6 Морфолого-культуральні ознаки *F. avenaceum*:**

**а – аверс, б – реверс, в – конідії [9]**

Із представників секції *Discolor* у лабораторних умовах було вивчено вид *Fusarium graminearum* (рис. 4.7). Культура інтенсивно розвивалася на середовищах Чапека та картопляно-глюкозному агарі. Повітряний міцелій характеризувався рясним, пухким ростом і мав забарвлення від біло-жовтого до охряно- та темно-червоного. У товщі міцелію формувалися спорокучки червоних, охряних і оранжево-червоних відтінків, а строма набувала червоно-жовтого або темно-червоного забарвлення [9].

Макроконідії були від світло- до темно-рожевого кольору, веретеноподібно-серпоподібної форми, з поступовим звуженням до кінців, видовженою верхньою клітиною та чітко окресленою ніжкою біля основи. Переважна частина конідій мала п'ять перегородок і розміри  $50,1\text{--}70,1 \times 2,8$  мкм. Типові мікроконідії та хламідоспори у більшості випадків не формувалися [9].

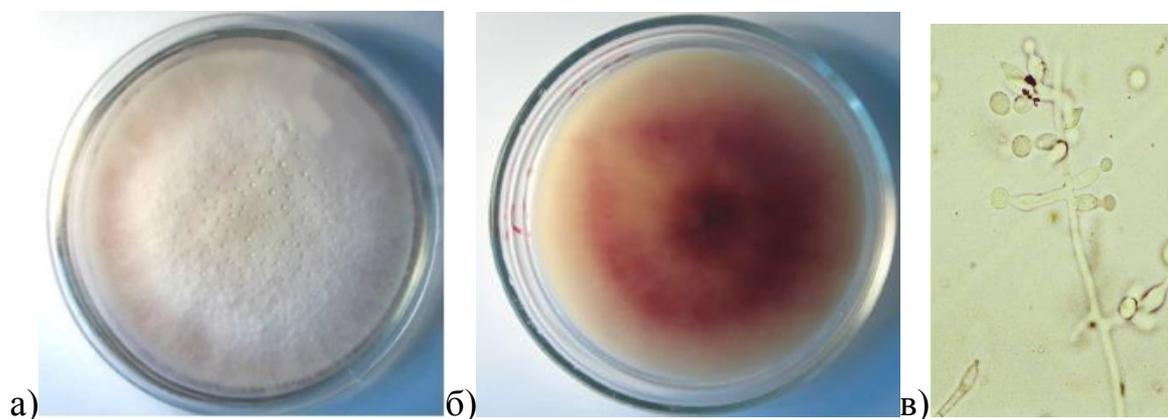


**Рис. 4.7 Морфолого-культуральні ознаки *F. graminearum*:**

**а – аверс, б – реверс, в – конідії [9]**

Секція *Sporotrichiella* у дослідженнях була представлена двома видами — *F. poae* та *F. tricinctum*. Ізоляти *F. poae* характеризувалися інтенсивним ростом пухкого міцелію білого або білувато-рожевого забарвлення (рис. 4.8). Зворотний бік колоній у більшості випадків мав кремові або карміново-червоні відтінки, а культури відзначалися специфічним ароматом стиглих плодів. Строма була пофарбована у червоні або жовто-бурі тони [9].

Утворення макроконідій спостерігалось рідко, натомість характерним було рясне формування мікроконідій грушо- або лимоноподібної форми, переважно одноклітинних, інколи з 1–2 перегородками. Їхні розміри становили  $3,8\text{--}9,5 \times 3,8\text{--}6,1$  мкм. Хламідоспори у більшості ізолятів не виявлялися.



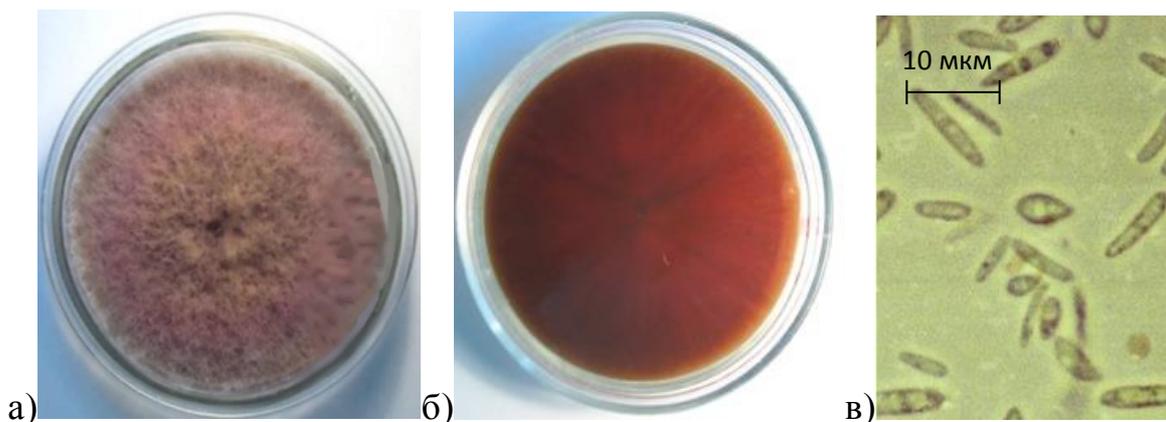
**Рис. 4.8. Морфолого-культуральні ознаки *F. poae*:**

**а – аверс, б – реверс, в – конідії [9]**

Ізоляти *Fusarium tricinctum* характеризувалися уповільненим ростом щільного, оксамитового міцелію кармінового, біло-червоного або рожево-червоного забарвлення (рис. 4.9). Зворотний бік колоній стабільно мав кармінові або винно-червоні відтінки. Конідієносці склалися з видовжених клітин, на початкових етапах залишалися нерозгалуженими, згодом формували розгалуження.

Мікроконідії були лимоноподібної, грушоподібної або видовжено-вигнутої форми, переважно одноклітинні, інколи з однією перегородкою, зібрані у псевдоголовки, з розмірами  $4\text{--}8 \times 8\text{--}11$  мкм. Макроконідії утворювалися у спородохіях, мали 3–5 перегородок, веретеноподібно-

серпоподібну форму з поступовим звуженням до обох кінців; їхні розміри становили  $25\text{--}35 \times 3,8\text{--}4,8$  мкм. Формування хламідоспор спостерігалось рідко.



**Рис. 4.9 Морфолого-культуральні ознаки *F. tricinctum*:**

**а – аверс, б – реверс, в – мікроконідії [9]**

Протягом проведених досліджень 2024–2025 рр. виділення збудників роду *Fusarium* здійснювалось із окремих зернових зразків районуваних сортів ячменю озимого. Так, у 2024 р. серед інфікованого зерна сорту Сейм домінуюче положення займав вид *F. graminearum* – 44,8%, у 2025 р. його частка знизилась до 29,6%. Значну роль у патогенному комплексі відігравали *F. avenaceum* та *F. tricinctum*, масова частка яких коливалась від 22,4% до 38,9% та від 24,1% до 14,8% відповідно. Патоген *F. poae* уражував окремі зерна, частка яких становила 6,3–13,1%, тоді як інші види були представлені мінімально (2,4–3,6%).

Аналіз зерна сорту Дев'ятий вал показав, що у 2024 р. домінував *F. graminearum* (42,5%), поряд із ним спостерігалось значне ураження *F. avenaceum* – 24,6%. У 2025 р. переважав *F. avenaceum* (40,7%), тоді як частка *F. graminearum* становила 31,2%. Зерно практично однаково уражувалось *F. tricinctum* та *F. poae* – 13,5% та 11,9% відповідно, а інші види були представлені незначно – 2,7%.

Для сорту Вінтра у 2024 р. зерно в основному колонізувалося *F. graminearum* (43,6%), при цьому значний відсоток припадав на *F. avenaceum* – 23,9%, у 2025 р. його частка зросла до 42,1%. Ураження *F. tricinctum* становило 22,7–15,2%, тоді як *F. poae* в зерні реєструвалось у 6,5–12,6% випадків. Інші види зустрічалися рідко (3,3–2,7%).

У зерні сорту Луран у 2024 р. переважав *F. graminearum* – 41,9%, а *F. avenaceum* – 25,7%. У 2025 р. домінуючим став *F. avenaceum* (41,5%), тоді як частка *F. graminearum* склала 28,3%. Відсоток інфікування *F. tricinctum* залишався відносно стабільним – 21,4–13,9%, а *F. poae* – 7,1–12,8%, інші види роду *Fusarium* були представлені в незначній кількості – 3,9–3,5%.

Отже, результати досліджень показують, що зерно сортів Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра та Луран в умовах Одеської області характеризується відносною стійкістю до основних патогенів роду *Fusarium*. Домінуючими видами в патогенному комплексі мікофлори зерна були *F. graminearum* та *F. avenaceum*, масова частка яких у середньому становила 33,5–40,6% протягом досліджуваного періоду (табл. 4.8).

Таблиця 4. 8

**Співвідношення видів роду *Fusarium* на зерні ячменю озимого, %  
(Одеська область, 2024–2025 рр.)**

Сорти	<i>F. graminearum</i>		<i>F. avenaceum</i>		<i>F. tricinctum</i>		<i>F. poae</i>		Інші види	
	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Сейм	44,8	29,6	22,4	38,9	24,1	14,8	6,3	13,1	2,4	3,6
Дев'ятий вал	42,5	31,2	24,6	40,7	21,8	13,5	7,4	11,9	3,7	2,7

Вінтра	43,6	27,4	23,9	42,1	22,7	15,2	6,5	12,6	3,3	2,7
Луран	41,9	28,3	25,7	41,5	21,4	13,9	7,1	12,8	3,9	3,5

Одже, дослідження зразків зерна сортів ячменю озимого (Сейм, Дев'ятий вал, Вінтра, Луран) у 2024–2025 рр. показали, що патогени роду *Fusarium* присутні у незначній частки зернової маси. Домінуючими видами були *F. graminearum* та *F. avenaceum*, частка яких у середньому становила 33,5–40,6%. Інші види (*F. tricinctum*, *F. poae*) зустрічались рідше і виявлялись локально. Результати свідчать, що сорти мають відносну стійкість до фузаріозного ураження, а видове співвідношення патогенів залежало від кліматичних умов вегетаційного періоду. Отримані дані дозволяють прогнозувати ризики накопичення мікотоксинів у зерні та планувати заходи захисту рослин для зменшення інфікування.

## РОЗДІЛ 5

### ВПЛИВ СУЧАСНОГО ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

#### 5.1. Оцінка токсикологічної дії фунгіцидів на збудники в умовах *in vitro*

У сучасному землеробстві вагоме значення має оптимізація асортименту фунгіцидних препаратів, що застосовуються для захисту посівів ячменю озимого. Використання різних діючих речовин зумовлює неоднакову ефективність щодо збудників хвороб, зокрема їхній вплив на проростання конідій *Pyrenophora teres* Drechsler у лабораторних умовах залишається недостатньо висвітленим у наукових джерелах.

Токсикологічну активність препаратів оцінювали за показниками  $ED_{50}$  та  $ED_{95}$ , які характеризують концентрацію діючої речовини, що викликає пригнічення або припинення життєвих процесів організму. Чим нижчі значення цих показників, тим вищою є біологічна активність фунгіциду.

Метою дослідження було визначення рівня чутливості культури збудника *Pyrenophora teres* Drechsler до сучасних фунгіцидів, рекомендованих для захисту ячменю озимого. Вибір цього патогена обґрунтований результатами попередніх досліджень, які засвідчили його домінуючу роль серед збудників плямистостей у посівах ячменю в умовах Степу України.

Схемою експерименту передбачалося використання таких препаратів: фунгіцид на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га (відповідає препарату Priaxor); фунгіцид на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га. (відповідає препарату Aviator Xpro) та фунгіцид на

основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га. (відповідає препарату Skyway Xpro) [24].

Встановлено, що застосування фунгіциду Priaхор у концентраціях 0,5% і 0,1% забезпечувало інгібування проростання конідій *Pyrenophora teres* на рівні 85,5–100%, тоді як при концентрації 0,01% цей показник становив 75,1% (табл. 5.1). Подальше зменшення вмісту препарату призводило до зниження фунгістатичного ефекту: за концентрації 0,001% гальмування проростання складало 56,6%, а за 0,0001% – лише 6,9%.

Таблиця 5.1

**Токсична дія різних концентрацій фунгіцидів на проростання конідій збудника *Pyrenophora teres Drechsler* в умовах *in vitro* (2024-2025 рр.)**

Назва препарату	Концентрація, %	Кількість пророслих конідій, %	Гальмування проростання, %	ЕД <sub>50</sub>	ЕД <sub>95</sub>
Контроль	-	92,9	-	-	-
Фунгіцид на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га.	0,0001	85,5	7,8	0,0021	0,1479
	0,001	40,3	55,8		
	0,01	24,5	74,4		
	0,1	12,5	86,5		
	0,5	0	100,0		
Фунгіцид на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га.	0,0001	87,2	5,4	0,0028	0,1604
	0,001	45,6	52,9		
	0,01	26,3	74,7		
	0,1	13,6	85,7		
	0,5	0	100,0		
Фунгіцид на основі діючих речовин	0,0001	95,7	0	0,0089	0,2000
	0,001	64,8	32,5		

біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіокназол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га	0,01	28,4	61,7		
	0,1	16,6	82,7		
	0,5	5,7	93,8		

Для препарату Aviator Xpro при концентрації 0,5% пригнічення було максимальним і сягало 100%, при розведенні 0,1% – 85,7%. Встановлено, що при застосуванні, к.е. концентрації 0,01 та 0,001% гальмування проростання конідій збудника сітчастого гельмінтоспориозу становило – 74,7% та 52,9 % відповідно. При розведенні 0,0001% зниження проростання конідії збудника було дуже низьким – 5,4%.

При використанні препарату Skyway Xpro, к.е. з концентрацією 0,1 - 0,5% пригнічення проростання конідій становило 82,7 – 93,8% відповідно. У варіантах з використанням концентрації 0,01 - 0,001%, цей показник складав 61,7 – 32,5% відповідно. При мінімальній концентрації 0,0001%, гальмування проростання конідій не відбувалось.

Нами досліджено, що при використанні фунгіциду Priaohg, концентрація якого складала 0,1 і 0,5%, забезпечувалось гальмування проростання конідій збудника на рівні 86,5 – 100%. Розведення 0,01% також було досить ефективним і сягало 74,4 %. При концентрації 0,001% гальмування проростання конідій становило 55,8%, а при мінімальній із застосованих концентрації 0,0001% - 7,8%.

При застосуванні фунгіциду Aviator Xpro в концентрації 0,5% - гальмування проростання конідій складало 100%, в концентрації 0,1% – 85,7%, а при мінімальній концентрації 0,001% проростання конідії було 55,9%, тобто воно гальмувалось порівняно з контролем на 5,4%.

Гальмування проростання конідій було також ефективним завдяки фунгіциду Skyway Xpro, при концентрації 0,5% воно становило 93,8 %, при 0,1% – 82,7% і знижувалось до 0 при розведенні 0,01%.

Таким чином, в результаті токсикологічної оцінки дії фунгіцидів на гальмування конідій *Pyrenophora teres Drechsler*, встановлено, що всі досліджувані сучасні фунгіциди за концентрації 0,5% пригнічували проростання спор цього виду на рівні 95,3-100%. Зі зниженням концентрації вплив препаратів на проростання конідій знижувався.

За умови польового застосування з нормою витрати робочої рідини 300 л/га концентрація препаратів у розчині становить: фунгіциду на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га (відповідає препарату Priaxor); фунгіциду на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га. (відповідає препарату Aviator Xpro) та фунгіциду на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га. (відповідає препарату Skyway Xpro). Відповідні концентрації в лабораторних дослідах забезпечували високий рівень інгібування проростання конідій збудника сітчастої плямистості: у варіантах з Priaxor – 95–100%, з Aviator Xpro – 97%, з Skyway Xpro – 99%.

Отримані результати свідчать про виражену фунгітоксичну активність усіх досліджуваних препаратів щодо *Pyrenophora teres Drechsler*. Водночас найвищу біологічну ефективність у дослідах *in vitro* продемонстрували фунгіциди Priaxor та Aviator Xpro, які забезпечували 95% пригнічення проростання конідій уже за концентрацій 0,1479%, та 0,1604% відповідно.

## **5.2. Ефективність застосування фунгіцидів проти основних хвороб ячменю озимого**

За сучасних умов аграрного виробництва, особливо в період підвищених ризиків для галузі, забезпечення стабільної врожайності ячменю озимого неможливе без використання засобів хімічного захисту рослин. Водночас до таких препаратів висуваються підвищені вимоги щодо поєднання високої біологічної результативності з екологічною безпечністю.

Ключовим елементом системи захисту культури від листових хвороб є оптимізація строків і кратності фунгіцидних обробок. За даними наукових досліджень, перше внесення доцільно проводити у фазу кушіння – виходу в трубку, при цьому кількість обробок може змінюватися залежно від фітосанітарного стану посівів.

У зв'язку з цим у 2024–2025 рр. в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області проведено дослідження з оцінки ефективності сучасних фунгіцидів у системі захисту ячменю озимого. Аналіз технічної ефективності препаратів на сортах Снігова королева, Валькірія та Луран подано в додатках.

Схема досліду передбачала застосування препаратів: фунгіциду на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га (відповідає препарату Priaхог); фунгіциду на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) – норма внесення 0,6 л/га. (відповідає препарату Aviator Xpro) та фунгіциду на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га. (відповідає препарату Skyway Xpro). Обробки проводили за двома варіантами:

- осіння обробка у фазу кушіння + весняна у фазу виходу в трубку;
- дворазова весняна обробка – у фазу кушіння та виходу в трубку.

Упродовж досліджуваних років на посівах сорту Дев'ятий вал переважали сітчастий гелмінтоспоріоз і септоріоз, рівень розвитку яких становив відповідно 0,5–18,4% та 0,8–13,5%. Поширення борошнистої роси коливалось в межах 0,3–5,5%, а ринхоспоріозу – 0,2–4,7% залежно від варіанта досліду.

У першому варіанті досліду найвищі показники технічної ефективності забезпечував фунгіцид Priaхог (0,5 л/га), де рівень стримування розвитку хвороб становив 43,0–68,9%. За цього варіанта маса 1000 зерен зростала на 2,7 г, урожайність – на 0,38 т/га порівняно з контролем, а збережений урожай становив 9,1%. Схожість насіння перевищувала контроль на 10,2%.

Застосування препарату Aviator Xpro (0,6 л/га) забезпечувало технічну ефективність у межах 33,7–62,5 %. Маса 1000 зерен була більшою за контроль на 2,0 г, урожайність – на 0,32 т/га, а збережений урожай досягав 8,2 % при схожості насіння 88,2 %.

Фунгіцид Skyway Xpro (1,0 л/га) також проявив високу ефективність – 35,4–66,6%. За цього варіанта маса 1000 зерен становила 40,2 г, урожайність – 4,24 т/га, що на 0,35 т/га перевищувало контроль, а збережений урожай сягав 8,7 % при схожості насіння 90,0%.

Таблиця 5.2

**Технічна ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого (сорт Дев'ятий вал, обробки у фазі кушіння (осіннє) + вихід в трубку (весняне), СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області, 2024-2025 рр.), сорт**

**Дев'ятий вал**

Варіант дослідів	Борошниста роса	Септоріоз	Гельмінтоспоріоз	Ринхоспоріоз	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(2,5)*	(3,1)*	(6,3)*	(1,5)*	38,5	3,89	-	80,0
Prіахор, к.е. (0,5 л/га)	66,4	68,9	43,0	48,9	41,2	4,27	9,1	90,2
Aviator Xpro, к.е. (0,6 л/га)	62,5	61,3	33,7	53,8	40,5	4,21	8,2	89,0
Skyway Xpro, к.е. (1,0 л/га)	65,8	65,5	35,4	66,6	40,2	4,24	8,7	90,0
НІР <sub>05</sub>					0,4	0,7		

Примітка: - у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі

На підставі експериментальних результатів щодо технічної ефективності фунгіцидів проведено кореляційний аналіз з метою встановлення взаємозв'язку між інтенсивністю розвитку хвороб та показниками маси 1000 зерен і врожайності. Виявлено стійку обернену залежність між ураженням рослин борошнистою росю, септоріозом, гельмінтоспоріозом, ринхоспоріозом і продуктивністю посівів.

Таблиця 5.3

**Ефективність дії фунгіцидів проти хвороб ячменю озимого  
(сорт Дев'ятий вал, обробки у фазі кушіння (весняне)+ вихід в трубку,  
2024-2025 рр.)**

Варіант досліджу	Борошниста роса	Септоріоз	Гельмінтоспоріоз	Ринхоспоріоз	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Збережений урожай, %	Схожість, %
Контроль	(3,5)*	(6,7)*	(12,8)*	(2,5)*	38,3	3,89	-	80,0
Ргіахор, к.е. (0,5 л/га)	74,3	78,0	69,5	81,0	43,1	4,52	16,2	96,0
Aviator Xpro, к.е. (0,6 л/га)	70,2	71,6	62,3	76,4	42,0	4,40	13,1	94,0
Skyway Xpro, к.е. (1,0 л/га)	71,0	79,2	65,4	84,2	42,7	4,47	14,9	96,0
НІР <sub>05</sub>					0,6	0,9		

Примітка: \* - у дужках наведений середній розвиток хвороб в контролі

Отже, результати багаторічних досліджень переконливо свідчать про високу доцільність використання сучасних фунгіцидів у системі захисту

посівів ячменю озимого від листових хвороб. У ґрунтово-кліматичних умовах Одеської області найефективнішим виявилось дворазове застосування препаратів у фазах весняного кушіння та виходу в трубку, зокрема Pгіахор, к.е. у нормі 0,5 л/га та Skyway Хрго, к.е. у нормі 1,0 л/га. За роки досліджень середній рівень технічної ефективності цих фунгіцидів становив відповідно 74,9–75,7%, що підтверджує їх високу захисну дію та практичну цінність у технологіях вирощування ячменю озимого.

### **5.3. Вплив фунгіцидних обробок на вміст хлорофілу в листках ячменю озимого**

Формування врожайності ячменю озимого зумовлюється комплексом чинників, серед яких ключову роль відіграють інтенсивність фотосинтезу та тривалість функціонування листового апарату, що безпосередньо пов'язано з концентрацією хлорофілу. Дослідження науковців Інституту фізіології рослин НАН України підтверджують наявність тісного кореляційного зв'язку між вмістом хлорофілу в листках і рівнем зернової продуктивності культури. Однією з основних причин зниження асиміляційної поверхні є ураження рослин фітопатогенами, здатними продукувати токсичні метаболіти, що порушують синтез хлорофілу та спричиняють розвиток хлорозів, зокрема при гельмінтоспоріозах і септоріозах листя [9].

Метою проведених досліджень було оцінити вплив сучасних фунгіцидів—на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) — норма внесення 0,5 л/га (відповідає препарату Pгіахор); на основі діючих речовин бензовіндіфлупір (75 г/л) + протіоконазол (150 г/л) — норма внесення 0,6 л/га. (відповідає препарату Aviator Хрго) та фунгіциду на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) — норма внесення 1,0 л/га. (відповідає препарату Skyway Хрго). — на вміст хлорофілу в листках районуваних сортів ячменю озимого.

Польові дослідження виконували в умовах СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області у 2024–2025 рр. Вміст хлорофілу визначали за допомогою портативного приладу N-тестер, що дозволяє оперативно оцінювати рівень азотного живлення рослин за інтенсивністю забарвлення листків безпосередньо в польових умовах. Обліки проводили через 15 днів після фунгіцидних обробок відповідно до інструкцій виробника (табл. 5.4).

Встановлено, що застосування фунгіцидів істотно впливало на вміст хлорофілу в листках ячменю озимого сорту Дев'ятий вал у фазах осіннього кущіння та весняного виходу в трубку. Найбільш подібні показники відмічено у варіантах із використанням препаратів Pгіахор (0,5 л/га) та Skyway Xpro (1,0 л/га): 450–460 умовних одиниць у фазу кущіння та 530–541 одиниць у фазу трубкування. У разі застосування фунгіциду Aviator Xpro (0,6 л/га) вміст хлорофілу перевищував контрольні значення на 78 умовних одиниць у фазу кущіння та на 151 – у фазу трубкування. Дані щодо інших сортів наведені в додатках.

*Таблиця 5.4*

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого  
(сорт Дев'ятий вал, СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області,  
середнє за 2024-2025 рр.)**

Варіант	Кількість хлорофілу, умовних одиниць	
	після першої обробки	після другої обробки
Контроль (без обробки )	403	409
Pгіахор, к.е. (0,5 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	450	530
Skyway Xpro, к.е. (1,0 л/га) кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)	460	541
Aviator Xpro, к.е. (0,6 л/га)	480	559

кущіння (осіннє) + трубкування (весняне)		
Ргіахор, к.е. (0,5 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	534	599
Skyway Хрго, к.е. (1,0 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	539	609
Aviator Хрго, к.е. (0,6 л/га) кущіння + трубкування (весняне)	549	618
НІР <sub>05</sub>	20,0	21,1

Аналогічна тенденція спостерігалась і за весняного внесення препаратів у фазах кущіння та трубкування. На варіантах із застосуванням Ргіахор та Skyway Хрго показники хлорофілу становили відповідно 534–539 умовних одиниць у фазу весняного кущіння та 599–609 – у період виходу в трубку.

Використання препарату Aviator Хрго, к.е. забезпечувало підвищення вмісту хлорофілу на 145 умовних одиниць у фазу кущіння та на 213 – у фазу трубкування порівняно з контролем. Високий фізіологічний ефект цього препарату зумовлений його комплексною захисною, лікувальною та профілактичною дією проти широкого спектра листових хвороб і здатністю подовжувати період активного функціонування фотосинтетичного апарату рослин.

Отримані результати свідчать про виражений позитивний вплив застосування сучасних фунгіцидів на фізіологічний стан рослин ячменю озимого, зокрема на вміст хлорофілу в листовому апараті. Підвищення концентрації цього пігменту сприяє посиленню фотосинтетичної активності, подовженню періоду функціонування листків та, як наслідок, формуванню вищого рівня продуктивності культури.

Найбільші значення вмісту хлорофілу зафіксовано у рослин сорту Дев'ятий вал, вирощених в умовах СК «Еліта» Одеської області, за застосування фунгіциду Aviator Xpro, к.е. у нормі 0,6 л/га. У фазу весняного кушіння цей показник становив у середньому 552 умовні одиниці, а у фазу виходу в трубку зростав до 629 одиниць, що істотно перевищувало контрольні варіанти та результати інших препаратів. Такий ефект свідчить не лише про ефективний захист рослин від збудників листових хвороб, а й про виражений фізіологічно стимулюючий вплив препарату на асиміляційні процеси.

Висока результативність фунгіциду Aviator Xpro, к.е. пояснюється його комплексною дією, яка поєднує захисний, лікувальний, викорінювальний і профілактичний ефекти проти широкого спектра патогенів. Крім того, тривалий період збереження активності фотосинтетичного апарату сприяє кращому накопиченню пластичних речовин, що в кінцевому підсумку створює передумови для підвищення урожайності та покращення якісних показників зерна ячменю озимого.

#### **5.4. Вплив фунгіцидів на показники якості зерна ячменю озимого**

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва одним із пріоритетних напрямів у селекції ячменю озимого є підвищення якісних характеристик зерна, необхідних для виготовлення конкурентоспроможної харчової та кормової продукції. Поліпшення фізико-хімічних і технологічних властивостей зерна є важливим чинником зростання ефективності рослинництва в Україні, оскільки охоплює комплекс взаємопов'язаних показників, що формують його харчову та переробну цінність.

Згідно з вимогами ДСТУ 3768:2010, основними критеріями оцінки якості зерна є масова частка білка в перерахунку на суху речовину, вміст сирової клейковини та її еластичність, які мають суттєве значення для харчової та комбікормової промисловості. За даними наукових досліджень встановлено обернену залежність між рівнем урожайності та концентрацією білка в зерні: за сприятливих умов вирощування, що забезпечують високий урожай,

зазвичай спостерігається зниження накопичення протеїну. Крім того, ураження рослин патогенними організмами супроводжується глибокими біохімічними порушеннями, зокрема зменшенням вмісту крохмалю при розвитку борошнистої роси та септоріозу.

З огляду на актуальність проблеми підвищення якості зерна ячменю озимого, метою наших досліджень було з'ясування впливу сучасних фунгіцидів на основні технологічні та біохімічні показники зерна. Лабораторні аналізи проводилися у 2024–2025 рр. на базі Агробіотехнологічного факультету Одеського державного аграрного університету.

Зразки зерна відбирали у господарстві СК «Еліта» Ізмаїльського району Одеської області у фазу повної стиглості. Схема досліду включала такі варіанти: 1 – контроль (без обробки); 2 – Ргіахор, к.е., 0,5 л/га (осіння + весняна обробки); 3 – Аvіаtоr Хрор к.е., 0,6 л/га (осіння + весняна обробки); 4 – Skyway Хрор, к.е., 1,0 л/га (осіння + весняна обробки); 5 – Ргіахор, к.е., 0,5 л/га (дві весняні обробки); 6 – Аvіаtоr Хрор, к.е., 0,6 л/га (дві весняні обробки); 7 – Skyway Хрор, к.е., 1,0 л/га (дві весняні обробки).

У контрольному варіанті вміст протеїну в зерні становив 10,87 %, білка – 9,87 %, крохмалю – 60,00 %, клейковини – 29,95 %. Застосування фунгіцидних обробок сприяло підвищенню більшості показників якості зерна. Зокрема, при одній осінній та одній весняній обробці фунгіцидом Ргіахор у нормі 0,5 л/га вміст протеїну зріс до 12,00 %, білка – до 10,04 %, а клейковини – до 30,19 %. Аналогічна тенденція спостерігалась і при застосуванні фунгіцидів Аvіаtоr Хрор (0,6 л/га) та Skyway Хрор (1,0 л/га), де вміст протеїну становив відповідно 12,21 % та 12,18 %, а білка – 10,13 % та 10,12 % (таблиця 5.5).

Найвищі показники якості зерна були отримані за дворазового застосування фунгіцидів. Так, при використанні препарату Ргіахор у нормі 0,5 л/га (дві обробки) вміст протеїну зріс до 12,93 %, білка – до 10,15 %, крохмалю – до 61,02 %, а клейковини – до 31,22 %. Подібні результати отримано і при

застосуванні фунгіцидів Aviator Xpro та Skyway Xpro, де вміст протеїну становив 12,70–12,90 %, білка – 10,14–10,15 %, а клейковини – 31,18–31,55 %.

Загалом встановлено, що застосування фунгіцидів сприяло підвищенню вмісту протеїну на 1,13–2,06 %, білка – на 0,17–0,28 %, а клейковини – на 0,24–1,60 % порівняно з контролем. Найкращі показники якості зерна сформувалися за дворазового застосування фунгіцидів, що свідчить про ефективний вплив захисту рослин на формування технологічних властивостей зерна.

Відмінності між варіантами дослідження перевищували значення  $HP_{0.5}$ , яке становило для протеїну 0,52 %, білка – 0,02 %, крохмалю – 1,46 %, клейковини – 0,13 %, що підтверджує статистичну достовірність отриманих результатів.

Таблиця 5.5

**Якісні показники врожаю ячменю озимого (сорт Дев'ятий Вал, СК «Еліта» Одеської області, середнє 2024-2025 рр.)**

Варіант	Вміст, %			
	Протеїн	Білок	Крохмаль	Клейковина
1. Контроль	10,87	9,87	60,00	29,95
2. Ргіахор, к.е. 0,5 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,00	10,04	59,09	30,19
3. Aviator Xpro, к.е. 0,6 л/га (1 обр. осіння + 1 обр. весняна)	12,21	10,13	59,05	30,20
4. Skyway Xpro,	12,18	10,12	59,05	30,17

к.е. 1,0 л/га (1 обр. осіння + 1 весняна)				
5. Priaxor, к.е., 0,5 л/га (2 обр. )	12,93	10,15	61,02	31,22
6. Aviator Xpro, к.е., 0,6 л/га (2 обр)	12,70	10,14	61,00	31,18
7. Skyway Xpro, к.е.1,0 л/га (2 обр.)	12,90	10,15	60,80	31,55
НІР <sub>05</sub>	0,52	0,02	1,46	0,13

Отримані результати досліджень переконливо свідчать, що застосування сучасних фунгіцидів у різні фази розвитку рослин позитивно впливає на формування врожайності ячменю озимого та покращення основних показників якості зерна, за винятком вмісту загального білка, який істотно не змінювався. Найбільш виражений ефект зафіксовано у варіантах із дворазовим внесенням препаратів у весняний період вегетації, що забезпечувало триваліший захисний ефект і стабільніше функціонування асиміляційного апарату рослин.

Використання фунгіцидів Priaxor, к.е. (0,5 л/га), Aviator Xpro, к.е. (0,6 л/га) та Skyway Xpro, к.е. (1,0 л/га) сприяло зростанню вмісту основних компонентів зерна – протеїну, крохмалю та клейковини – у середньому на 1,35%, 0,30% та 1,45% відповідно порівняно з необробленими варіантами. Це свідчить про позитивний вплив фунгіцидного захисту не лише на фітосанітарний стан посівів, але й на інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів, що визначають формування якісного врожаю.

Особливої уваги заслуговує препарат Skyway Xpro, к.е. (1,0 л/га), за застосування якого вміст клейковини в зерні був найвищим за роки

досліджень і в середньому досягав 31,55 %. Це підтверджує високу ефективність даного фунгіциду щодо збереження продуктивного потенціалу рослин і поліпшення технологічних властивостей зерна, що має важливе значення для його подальшого використання у харчовій та кормовій промисловості.

## **РОЗДІЛ 6**

### **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНГІЦИДІВ НА ЯЧМЕНІ ОЗИМОМУ**

Для забезпечення надійного захисту посівів озимого ячменю від хвороб у період вегетації доцільним є використання фунгіцидів із врахуванням спектра їх дії та економічної доцільності. Раціональне застосування препаратів визначається результатами оцінки фітосанітарного стану посівів та прогнозованими втратами врожаю залежно від ступеня ураження збудниками. Одним із ключових критеріїв є співвідношення ефективності фунгіциду та його вартості, що забезпечує отримання економічно обґрунтованого прибутку від вирощування культури.

Метою проведених досліджень було не лише визначення технічної ефективності сучасних фунгіцидів, а й оцінка їх економічної ефективності на прикладі посівів озимого ячменю в умовах Одеської області. Економічна ефективність визначалася як співвідношення збереженого врожаю з урахуванням його якості та затрат на засоби захисту, а також витрат на виконання технологічних операцій під час догляду за посівами, збору та зберігання зерна.

Дані таблиці 6.1 свідчать про суттєвий вплив застосування фунгіцидів на економічні показники вирощування ячменю озимого, так у контрольному варіанті врожайність становила 2,85 т/га. У варіантах із застосуванням фунгіцидів урожайність була вищою і становила 3,61 та 3,72 т/га відповідно, що забезпечило приріст продуктивності на 0,76–0,87 т/га порівняно з контролем. Отже, навіть за знижених загальних показників продуктивності фунгіцидний захист дозволив зберегти істотну частину потенційного врожаю.

За ціни реалізації зерна 11 500 грн/т валовий дохід у контрольному варіанті становив 32 775 грн/га. У дослідних варіантах цей показник зріс до 41 515 та 42 780 грн/га, що відповідно на 8 740–10 005 грн/га більше порівняно з контролем. Збільшення валового доходу безпосередньо пов'язане зі зростанням урожайності та збереженням продуктивності рослин унаслідок ефективного контролю листкових хвороб.

Повні виробничі витрати у контрольному варіанті становили 28 635 грн/га. У варіантах із застосуванням фунгіцидів вони збільшилися до 29 270 грн/га за рахунок додаткових витрат на придбання та внесення препаратів (635 грн/га). Таким чином, приріст витрат був відносно незначним і становив лише близько 2,2 % від загальної суми виробничих витрат.

*Таблиця 6.1*

**Економічна ефективність застосування фунгіцидів на ячмені озимому у виробничих умовах (сорт Дев'ятий вал, СК «Еліта» Одеської області, 2025 р.)**

Показник	Варіант		
	Контроль	Ргіаоо, к.е. (0,5 л/га), фаза кущіння (осіннє) + трубкування	Skuyay Xpro, к.е. (1,0 л/га), фаза кущіння (весіннє) + трубкування
Вартість препарату, грн/га	-	1305	1305
Урожай, т/га	2,85	3,61	3,72
Збережений урожай, т/га	-	0,76	0,87
Валовий дохід, грн/га	32775	41515	42780
Витрати на виробництво	28635	29270	29270
Умовно чистий прибуток, грн.	4140	12245	13510
Рівень рентабельності, %	14,5	41,8	46,2

Чистий прибуток у контрольному варіанті дорівнював 4 140 грн/га. Натомість у варіантах із фунгіцидним захистом цей показник зріс до 12 245 та 13 510 грн/га відповідно. Приріст чистого прибутку порівняно з контролем становив 8 105–9 370 грн/га, що більш ніж утричі перевищує показник контрольного варіанта. Це свідчить про високу окупність додаткових вкладень у систему захисту.

Рівень рентабельності у контрольному варіанті становив 14,5 %, що характеризує виробництво як малоприбуткове за відсутності фунгіцидного захисту. Водночас у дослідних варіантах рентабельність зросла до 41,8 % та 46,2 %, тобто майже втричі перевищила контрольний показник. Отримані значення рентабельності відповідають економічно доцільному рівню ведення виробництва зерна та свідчать про ефективність інвестування коштів у сучасні засоби захисту рослин.

Слід відзначити, що другий дослідний варіант продемонстрував найвищі економічні показники – максимальний валовий дохід, чистий прибуток і рівень рентабельності. Це дозволяє розглядати його як найбільш економічно вигідний серед досліджуваних технологічних рішень.

Таким чином, проведений економічний аналіз підтверджує, що застосування сучасних фунгіцидів у технології вирощування ячменю озимого забезпечує суттєве підвищення фінансових результатів виробництва навіть за умов зниження врожайності. Інвестиції у фунгіцидний захист повністю окуповуються та сприяють стабілізації економічних показників господарства, підвищенню прибутковості та конкурентоспроможності зернового виробництва.

## **РОЗДІЛ 7**

### **ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Охорона навколишнього середовища під час ведення сільського господарства на сучасному етапі є ключовим фактором забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва. У зоні Степу України, де спостерігається посилення інтенсифікація сільського господарства, активне використання мінеральних добрив, пестицидів, систем зрошення та важкої техніки дозволяє підвищувати продуктивність культур. Водночас це спричиняє значне екологічне навантаження на агроєкосистеми, включаючи деградацію ґрунтів, забруднення водних ресурсів і зниження біологічної активності ґрунту. У цьому контексті важливо впроваджувати ефективні системи управління

природними ресурсами та природоошадні технології, що відповідають сучасним екологічним стандартам.

Однією з найважливіших складових є мінімізація негативного впливу агрохімікатів. Незважаючи на їхню ефективність у контролі шкідників і хвороб та підвищенні врожайності, нераціональне або надмірне застосування пестицидів може призводити до накопичення токсичних залишків у ґрунті та продукції, забруднення підземних і поверхневих вод, зниження чисельності корисних мікроорганізмів. Виходячи з цього, інтегрована система захисту рослин, яка віддає перевагу біологічним і агротехнічним методам, стає основою сталого агровиробництва. До таких методів відносяться сівозміни, правильний обробіток ґрунту, використання стійких до хвороб сортів, біопрепаратів та точкове застосування хімічних засобів тільки за необхідності.

У Степу України особливу увагу слід приділяти оптимізації водокористування, оскільки цей регіон характеризується недостатньою кількістю опадів і підвищеним ризиком посух. В умовах кліматичних змін критично важливо впроваджувати водозберігаючі технології: крапельне та підґрунтове зрошення, локалізоване внесення води, збір дощової води, повторне використання дренажних стоків. Такі практики не лише економлять воду, а й зменшують ризик засолення ґрунтів, втрат гумусу та ерозії.

Збереження родючості ґрунтів є ще однією стратегічною задачею. Інтенсивне землеробство, відсутність ротації культур, надмірна механізація спричиняють деградацію ґрунтового покриву та погіршення його фізико-хімічних і біологічних властивостей. Сучасні підходи включають впровадження консерваційного землеробства (no-till, strip-till), мульчування, вирощування покривних культур, використання органічних добрив, сидератів та мікробіологічних препаратів. Це сприяє відновленню структури ґрунту, підвищенню його водоутримувальної здатності, активізації ґрунтової мікробіоти та стабільному функціонуванню агроєкосистем. Крім того, системи удобрення повинні бути адаптовані до потреб культур і підтримки балансу

поживних речовин у сівозміні, що забезпечує поступове збільшення вмісту гумусу.

Важливу роль відіграють природні ландшафтні елементи, зокрема полезахисні лісосмуги, які виконують низку екологічних функцій: запобігають вітровій ерозії, сприяють акумуляції вологи, знижують пестицидне навантаження на прилеглі посіви, створюють середовище для ентомофагів та інших корисних організмів. Регулярне утримання та відновлення лісосмуг є необхідною умовою підтримки екологічної рівноваги у агроландшафті Степу.

Сучасне агропідприємство має інтегрувати систему екологічного моніторингу. Регулярні аналізи ґрунту, води, повітря та біоти, а також використання геоінформаційних систем (ГІС), дистанційного зондування та цифрового картографування дозволяють відстежувати зміни в агроекосистемах, своєчасно ідентифікувати потенційні загрози та оперативно впроваджувати заходи для їх усунення.

Раціональне поводження з відходами є ще одним пріоритетом. Необхідно забезпечити збір, сортування, переробку та безпечну утилізацію побутових і виробничих відходів, зокрема тари з-під пестицидів, що підлягає спеціальній обробці або передачі на утилізацію. Контроль за цими процесами покладається на відповідальні служби підприємства.

Технічне переоснащення господарств сучасною енергоощадною технікою також сприяє зменшенню екологічного навантаження. Використання тракторів, сівалок і обприскувачів з GPS-навігацією та сенсорами вологості забезпечує точне і економне внесення добрив та ЗЗР, знижує ущільнення ґрунту та зменшує обсяги викидів.

Законодавче забезпечення охорони довкілля в Україні передбачає широкий спектр нормативних актів: Конституція гарантує право на безпечне для життя середовище, Земельний кодекс і закони «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про пестициди та агрохімікати», «Про відходи» та інші акти визначають рамки екологічно безпечного ведення

аграрної діяльності. Дотримання цих норм є обов'язковим для всіх сільськогосподарських підприємств.

На практиці охорона довкілля у сільському господарстві Степу часто залишається недостатньо ефективною через порушення агротехнічних регламентів, неправильну структуру посівних площ, нераціональне внесення добрив та ЗЗР, відсутність біологічних елементів у системі захисту рослин.

Комплексний підхід до екологізації агровиробництва включає поєднання наукових рекомендацій, технологій, правового регулювання та відповідальної поведінки аграріїв. Розробка адаптивних сівозмін, систем удобрення та захисту рослин із урахуванням ґрунтових умов, клімату, попередників та екологічного стану забезпечує збереження природних ресурсів і стабільну рентабельність агровиробництва.

На прикладі конкретного господарства, де проводились дослідження, оцінка стану довкілля показала його задовільний рівень. Планується впровадження інноваційних ресурсоефективних технологій, збільшення частки органічних добрив, перехід на сучасну точну техніку, застосування агроекологічних прийомів і регулярний екологічний моніторинг. Такий підхід сприятиме не лише збереженню природних ресурсів, а й підвищенню якості продукції, зменшенню витрат та зміцненню екологічної репутації підприємства.

## ВИСНОВКИ

1. Упродовж 2024–2025 рр. в умовах Одеської області на посівах ячменю озимого встановлено поширення основних листових хвороб: борошнистої роси, септоріозу, сітчастої плямистості та ринхоспоріозу, розвиток яких залежав від погодних умов вегетаційного періоду.

2. Аналіз стану зерна засвідчив, що протягом досліджуваних років рівень інфікованості патогенними грибами залишався високим. Основну частку в мікрофлорі зерна займали гриби роду *Alternaria* spp. На другому місці за колонізацією перебували патогени роду *Helminthosporium* spp.

3. Було встановлено, що видовий склад збудників альтернаріозу представлений трьома видами: *A. infectoria*, *A. tenuissima* та *A. alternata*.

Найчастіше хвороба проявлялась через патогени *A. tenuissima* та *A. infectoria*, масова частка яких за роки досліджень у середньому становила від 19,78 до 74,8%.

4. Визначено, що застосування сучасних фунгіцидів забезпечує високу технічну ефективність проти комплексу збудників хвороб листя. Найвищі показники стримування розвитку патогенів отримано у варіантах із дворазовим внесенням препаратів, що дозволило істотно зменшити ураження рослин та стабілізувати фітосанітарний стан посівів.

5. Фунгіцидний захист позитивно вплинув на формування врожайності та якісні показники зерна. Застосування препаратів сприяло підвищенню вмісту основних компонентів зерна та збереженню продуктивного потенціалу культури.

6. Встановлено, що в контрольному варіанті урожайність становила 2,85 т/га, тоді як у варіантах із застосуванням фунгіцидів – 3,61 та 3,72 т/га. Збережений урожай порівняно з контролем дорівнював 0,76–0,87 т/га. Рівень рентабельності виробництва у контрольному варіанті становив 14,5 %, а при застосуванні фунгіцидів зріс до 41,8–46,2 %, що свідчить про економічну доцільність їх використання навіть за умов зниження врожайності.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

В умовах Степу України, середній строк сівби (перша декада жовтня) є найсприятливішим для росту і розвитку рослин ячменю озимого та зниження ураження збудниками сітчастого гельмінтоспоріозу.

Для захисту посівів ячменю озимого від ураження збудниками борошнистої роси, септоріозу, сітчастого гельмінтоспоріозу та облямівкової плямистості, слід застосовувати дворазовому обробку фунгіцидами на основі діючих речовин флуксапіроксад (62,5 г/л) + епоксиконазол (62,5 г/л) – норма внесення 0,5 л/га або фунгіциду на основі діючих речовин біксафен (50 г/л) + флуопірам (50 г/л) + протіоконазол (100 г/л) – норма внесення 1,0 л/га у фази

кушіння та трубкування рослин. Запропонований захід характеризується економічністю та екологічністю.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Newman R., Newman C. Barley for food and health. Science, technology and products. *John Willey & Sons, Inc. Publications, Hoboken, New Jersey*. 2018. 245 p.
2. Zohary D., Hopf M. Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford: Oxford University Press. 2020.
3. Titov, I., Zhukova, L., Batova, O. Pathology of winter barley seeds. Modern trends in the development of agricultural production: problems and

perspectives: monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2022. P. 156–164.

4. van Ginkel M., Flippi R. Why self-fertilizing plants still exist in wild populations: diversity assurance through stress-induced male sterility may promote selective outcrossing and recombination. *Agronomy*. 2023. № 10. P.349. doi: 10.3390/agronomy10030349.

5. FAOSTAT. Production and Trade. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Rome: FAO.

6. Електронний ресурс. Режим доступу <http://www.ukrstat.gov.ua/>

7. Маслак О. Ринок ячменю: підсумки та перспективи. Агробізнес сьогодні. URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/component/content/article/17-2024-06-11-12-52-32/846-2012-02-02-12-33-09.html>.

8. RMI Predictive Barley Price Model. Data Driven Forecasting <https://rmi-analytics.com/insights/#Barley-Price-Model>.

9. <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2025/05/titov-dysert.pdf>

10. Our 2023 annual report. <https://www.usda.gov/topics/farming>

11. Електронна зернова біржа України. Закупівельні ціни на зерно в Україні на 5 липня 2023 року. <https://graintrade.com.ua/novosti/>

12. Попит на ячмінь в Україні майже відсутній <https://agravery.com/uk/posts/show/popit-na-acmin-v-ukraini-majze-vidsutnij>. Дата звернення 26.01.2025.

13. УЗА прогнозує в 2024 році менший врожай – 76,1 млн т зернових та олійних. <https://uga.ua/news/uza-prognozuye-v-2024-rotsi-menshij-vrozhaj-76-1-mln-t-zernovih-ta-olijnih/>.

14. Лінчевський А.А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 14–21.

15. Васильківський, С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Біла Церква : Миронівська друкарня, 2016. 376 с.
16. Рибалка О.І., Моргун Б.В., Поліщук С.С. Ячмінь як продукт функціонального харчування. Київ: Логос, 2016. 619 с.
17. Davis W. Wheat belly: lose the wheat, lose the weight, and find your path back to health. *Emmaus*. 2021. P. 73–79.
18. Gamayunova V. V., Fedorchuk M. I., Kuvshinova A. O., Nagirniy V. V. The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences*, 2019. №7(215). P.7–10.
19. Panfilova A.V. Hamaiunova V. V. Influence of nutrition optimization on plant height and grain yield of spring barley varieties in the southern steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2018. №4(100). P.42–47. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-6.
20. Kalenska S. M., Tokar B. Yu. Yield of spring barley depending on the level of mineral nutrition. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2015. №23. P.30–33.
21. Kasatkina T. O. Hamaiunova V. V. Prospects and features of spring barley cultivation in the south of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2018. №7–8(70). P.131–138. doi: 10.33249/2663-2144-2018-70-7-8-131-138.
22. Круть, М. В. Інновації з наукового забезпечення селекції зернових культур на стійкість проти хвороб та шкідників. *Захист і карантин рослин*, 2020. №3. С. 137-145.
23. Заєць С., Балян І., Онуфран Л., Юзюк С. Урожайність різних сортів ячменю озимого в умовах південного степу. *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 51–56.
24. Панфілова А. В., Корхова М. М. Сортовипробування ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*, 2021. № 9. С. 69–74.

25. Житомирець О., Смульська І., Дутова Г., Михайлик С., Дорошенко М. Дослідження продуктивності та стійкості сортів ячменю озимого (*Hordeum vulgare* L.) В різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Věda a perspektivy*. 2024. №5. Р.36.
26. Мостов'як І.І. Вплив гідротермічних чинників на поширення і розвиток хвороб в агроценозі зернових культур Правобережного Лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 103–108. doi: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.
27. Ashwini R., Patil P. V. In vitro evaluation of commercially available botanicals against *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. an incitant of spot blotch of wheat. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2020. №9(3), P. 819–821.
28. Wiewióra, B., Żurek, G. The Infection of Barley at Different Growth Stages by *Bipolaris sorokiniana* and Its Effect on Plant Yield and Sowing Value. *Agronomy*, 2024. №14(6). P. 1322.
29. Sharma, P., Mishra, S., Singroha, G., Kumar, R. S., Singh, S. K., Singh, G. P. Phylogeographic diversity analysis of *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) shoemaker causing spot blotch disease in wheat and barley. *Genes*. 2022. № 13(12). 2206.
30. Біловус Г.Я., Ващишин О.А., Пристацька О.Н. Темно-бура плямистість ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 12(849). С.45–50. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-06>
31. Сабадин В.Я. Сорти ячменю ярого для селекції на імунітет. *Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали міжнародної наукової конференції*. Умань, 2016. С. 305-310.
32. Keller B., Krattinger S.G. A new player in race-specific resistance. *Nat. Plants*. 2018. № 4. P.197–198.

33. McDonald B.A., Linde C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2002, № 40, P. 349–379.
34. Mundt C.C. Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids. *Phytopathology.* 1990. № 80, P. 221–223.
35. Чайка О. В., Ключевич М. М., Рябчук П. О., Тимощук Т. М. Поширення і шкідливість грибних хвороб ячменю ярого в умовах Полісся. *Збірник наукових праць ВНАУ.* 2021. №9(49). С.144–151.
36. Марков І.Л. Захист ячменю озимого від хвороб. *Агробізнес сьогодні.* 2019. 7 с.
37. Чайка О.В., Шеремет Ю.В., Чайка Т.В., Капралюк М.П. Ефективність комплексних обробок посівів ячменю озимого проти хвороб. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* 2015. № 2(1). С. 120–127.
38. Hoheneder F., Hofer K., Groth J., Herz M., Heß M., Hückelhoven R. Ramularia leaf spot of barley is highly host genotype dependent and suppressed by persistent drought stress in the field. *Journal of Plant Diseases and Protection.* 2021. № 128. P. 749-767.
39. Jiang C., Kang J., Ordon F., Perovic D., Yang P. Yellow mosaic of barley and wheat caused by bimovirus: viruses, genetic resistance and functional aspects. *Theoretical and Applied Genetics.* 2020. № 133(5). P.1623–1640.
40. Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods / La Geng et al. *Food Quality and Safety.* 2022. Vol. 6. P. 1–13. doi: 10.1093/fqsafe/fyac012.
41. Ретьман С. В., Шевчук О. В., Горбачева Н. П., Райчук Л. В. Зернове поле. *Захист рослин.* 2020. № 10. С. 1–3.
42. Vendelbo N. M., Mahmood K., Sarup P., Kristensen P. S., Orabi J., Jahoor A. J. S. R. Discovery of a novel powdery mildew (*Blumeria graminis*) resistance locus in rye (*Secale cereale* L.). 2021. *Scientific Reports,* № 11(1). P. 23057.

43. Li C., Lu X., Zhang Y., Liu N., Li C., Zheng W. The complete mitochondrial genomes of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici and *Puccinia recondita* f. sp. tritici. *Mitochondrial DNA Part B*. 2020. № 5(1). P.29–30.

44. Saintenac C., Cambon F., Aouini L., Verstappen E., Ghaffary S. M. T., Poucet T., Langin T. A wheat cysteine-rich receptor-like kinase confers broad-spectrum resistance against *Septoria tritici* blotch. *Nature Communications*, 2021. № 12(1). P. 433.

45. Molnar L., Grozea I., Ștef R., Vîrteiu A. M., Damianov S., Cărăbeț A. Monitoring the attack of *Septoria tritici* Rob. et Desm. in Timis county in 2020. *Research Journal of Agricultural Science*, 2021. № 53(1).

46. Буняк Н. М. Оцінка колекційних зразків ячменю ярого за комплексом цінних господарських ознак в умовах носівської селекційно-дослідної станції. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2023. №1. С.7-17.

47. Безноско І., Дем'янюк О. С., Мостов'як І. І. Фітопатогенний контроль збудників основних видів хвороб зернових колосових культур грибної етіології. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2023. №54. С.7–12.

48. Станкевич С. В., Забродіна І. В., Білик М. О., Євтушенко М. Д., Туренко В. П., Леженіна І. П., Малина Г. В. Теорія і технологія прогнозування і прийняття рішень у захисті і карантині рослин: навч. посіб. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2021. 269 с.

49. Біловус Г. Я., Терлецька М. І., Ільчук Р. В., Яремко В. Я., Виявлення джерел стійкості до листових хвороб ячменю озимого для використання у селекції. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 73 (2). С. 22-35. DOI:10.32636/01308521.2023-(73)-2-2.

50. Біловус Г. Я. Оцінка сортозразків ячменю озимого за стійкістю до збудників листових хвороб та урожайністю. *Вісник аграрної науки*. 2022. Вип. 3(828). С. 20–27.

51. Парфенюк А. І., Волощук Н. М. Формування фітопатогенного фону в агроценозах. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 106–114.
52. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів, 2020. 806 с.
53. Hemshrot A., Poets A. M., Tyagi P., Lei L., Carter C. K., Hirsch C. N. Development of a multiparent population for genetic mapping and allele discovery in six-row barley. *Genetics*. 2019. № 213. P.595–613. doi: 10.1534/genetics.119.302046.
54. Monteagudo A., Casas A. M., Cantalapiedra C. P., Contreras-Moreira B., Gracia M. P., Igartua E. Harnessing novel diversity from landraces to improve an elite barley variety. *Front. Plant Sci.* 2019. Vol. 10. P.434. doi: 10.3389/fpls.2019.00434.
55. TCAP. Triticale Coordinated Agricultural Project [Online]. Available online at: <https://www.triticeaecap.org/> (accessed February 25, 2020).
56. Nice L., Huang Y., Steffenson B. J., Gyenis L., Schwarz P., Smith K. P. Mapping malting quality and yield characteristics in a North American two-rowed malting barley × wild barley advanced backcross population. *Mol. Breed.* 2019. Vol. 39. P.121. doi: 10.1007/s11032-019-1030-3.
57. Dutilloy E., Oni F. E., Esmaeel Q., Clément C., Barka E. A. Plant beneficial bacteria as bioprotectants against wheat and barley diseases. *Journal of Fungi*. 2022. Vol.8(6), P.632.
58. Андрійченко Л. В., Лавришина О. Є. Сорти-дворучки ячменю озимого для вирощування в умовах Півдня Миколаївської області. *Зернові культури*. Том 3. № 2. 2019. С. 286–292.
59. Тітов І.О. Контамінація зерна ячменю озимого грибними патогенами в Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С.67–71. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.11>

60. . Тітов І.О., Жукова Л.В., Станкевич С.В. Основні хвороби в посівах ячменю озимого на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №138. С. 182–192. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.23>

61. Тітов І.О., Жукова Л.В., Станкевич С.В. Current state of sunflower breeding for resistance to major diseases and optimization of the crop protection against pathogens. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №140. Біловус Г. Я., Марухняк А. Я. Екологічне сортовипробування ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 38–51. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/3.pdf>.

62. Kalenska S. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9(1). P. 19–24.

63. Близнюк Р. М. Стійкість сортів пшениці м'якої ярої до листових грибних хвороб. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 74–79.

64. Мостов'як І. І. Екологічна парадигма інтегрованого захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 5–6 (255). С. 12–16.

65. Заярна О. Ю. Оцінка стійкості сортів ярого ячменю до сажкових хвороб. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2017. № 1–2. С. 165–168.

66. Лінчевський А. А., Легкун І. Б., Бабаш А. Б., Щербина З. В. Пріоритети в селекції ячменю (*HORDEUM vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С.23–39.

67. Hernandez J., Meints B., Hayes P. Introgression breeding in barley: perspectives and case studies. *Frontiers in plant science*, 2020. №11. P.761.

68. Тітов І. О. Гельмінтоспориози ячменю озимого. шкідливість та особливості захисту. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біологічних наук, професорів О. О. Мігуліна*

та О. В. Захаренка (м. Харків, ДБТУ, 19–20 жовтня 2023 р.). Житомир: Видавництво «Рута». С. 160–163.

69. Тітов І. О. Ураженість сортів ячменю озимого збудником сітчастого гельмінтоспоріозу при різних строках сівби в умовах Одеської області *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів, професорів В. Ф. Пересипкіна та Ф. М. Марютіна (м. Харків, 17–18 жовтня 2024 р.)*. Житомир: Видавництво «Рута», 2024. С. 180–182.

## ДОДАТОК

Додаток 1

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого, 2024 р.**

<b>Варіант</b>	<b>Після першої обробки, ум. од.</b>	<b>Після другої обробки, ум. од.</b>
Контроль (без обробки)	395	401
Ргіахор 0,5 л/га (осінь + весна)	440	520
Skyway Хпро 1,0 л/га (осінь + весна)	450	530
Aviator Хпро 0,6 л/га (осінь + весна)	468	548
Ргіахор 0,5 л/га (2 обр.)	520	585
Skyway Хпро 1,0 л/га (2 обр.)	525	595
Aviator Хпро 0,6 л/га (2 обр.)	535	603

**Вміст хлорофілу в листках ячменю озимого, 2025 р.**

<b>Варіант</b>	<b>Після першої обробки, ум. од.</b>	<b>Після другої обробки, ум. од.</b>
Контроль (без обробки)	411	417
Priaxor 0,5 л/га (осінь + весна)	460	540
Skyway Xpro 1,0 л/га (осінь + весна)	470	552
Aviator Xpro 0,6 л/га (осінь + весна)	492	570
Priaxor 0,5 л/га (2 обр.)	548	613
Skyway Xpro 1,0 л/га (2 обр.)	553	623
Aviator Xpro 0,6 л/га (2 обр.)	563	633

**Якісні показники зерна озимого ячменю (сорт Дев'ятий Вал), 2024 р.**

(СК

«Елі  
та»,

Одес  
ька

обла  
сть)

Дода  
ток 4

Варіант	Повторення	Протеїн, %	Білок, %	Крохмаль, %	Клейковина, %
Контроль	1	10,68	9,84	59,55	29,65
	2	10,72	9,86	59,60	29,70
	3	10,70	9,85	59,65	29,75
Ргіахор 0,5 л/га (1+1)	1	11,78	10,01	58,75	29,85
	2	11,82	10,03	58,80	29,90
	3	11,80	10,02	58,85	29,95
Aviator Xpro 0,6 л/га (1+1)	1	11,98	10,09	58,65	29,90
	2	12,02	10,10	58,70	29,95
	3	12,00	10,11	58,75	30,00
Skyway Xpro 1,0 л/га (1+1)	1	11,93	10,08	58,65	29,85
	2	11,96	10,09	58,70	29,90
	3	11,95	10,10	58,75	29,95
Ргіахор 0,5 л/га (2 обр.)	1	12,58	10,12	60,55	30,85
	2	12,61	10,13	60,60	30,90
	3	12,60	10,14	60,65	30,95
Aviator Xpro 0,6 л/га (2 обр.)	1	12,38	10,11	60,45	30,80
	2	12,41	10,12	60,50	30,85
	3	12,40	10,13	60,55	30,90
Skyway Xpro 1,0 л/га (2 обр.)	1	12,58	10,12	60,35	31,15
	2	12,61	10,13	60,40	31,20
	3	12,60	10,14	60,45	31,25

## Якісні показники зерна озимого ячменю (сорт Дев'ятий Вал), 2025 р.

(СК

«Елі  
та»,  
Одес  
ька  
обла  
сть)

Варіант	Повторення	Протеїн, %	Білок, %	Крохмаль, %	Клейковина, %
Контроль	1	11,02	9,88	60,35	30,15
	2	11,05	9,89	60,40	30,20
	3	11,05	9,90	60,45	30,25
Ргіахор 0,5 л/га (1+1)	1	12,18	10,05	59,33	30,43
	2	12,21	10,06	59,38	30,48
	3	12,21	10,07	59,43	30,53
Aviator Хpro 0,6 л/га (1+1)	1	12,40	10,15	59,35	30,40
	2	12,43	10,16	59,40	30,45
	3	12,43	10,17	59,45	30,50
Skyway Хpro 1,0 л/га (1+1)	1	12,39	10,14	59,35	30,39
	2	12,41	10,15	59,40	30,44
	3	12,43	10,16	59,45	30,49
Ргіахор 0,5 л/га (2 обр.)	1	13,24	10,16	61,39	31,49
	2	13,27	10,17	61,44	31,54
	3	13,27	10,18	61,49	31,59
Aviator Хpro 0,6 л/га (2 обр.)	1	12,98	10,15	61,45	31,46
	2	13,01	10,16	61,50	31,51
	3	13,01	10,17	61,55	31,56
Skyway Хpro 1,0 л/га (2 обр.)	1	13,18	10,16	61,15	31,85
	2	13,21	10,17	61,20	31,90
	3	13,21	10,18	61,25	31,95

**Дисперсійний аналіз впливу фунгіцидів на вміст протеїну в зерні озимого  
ячменю, 2024-2025 рр.**

Джерело варіації	Ступені свободи (df)	Сума квадратів (SS)	Середній квадрат (MS)	Fфакт	Показник	НІР <sub>0,5</sub>
Варіанти дослідю	6	9,84	1,64	8,21	Протеїн	0,52
Повторення	2	0,12	0,06	0,30	Білок	0,02
Помилка	12	2,39	0,20	–	Крохмаль	1,46
Загальна	20	12,35	–	–	Клейковина	0,13

Критичне значення критерію Фішера:  $F_{0,5} (6;12) = 2,99$

Оскільки **Fфакт (8,21) > F<sub>0,5</sub> (2,99)**, вплив варіантів дослідю на показники якості зерна є **статистично достовірним**.