

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА**

**06.01 – МКР. 2176 «С». 2023.11.27. 004 ПЗ**

**ДУЛІН АНТОН АНДРІЙОВИЧ**

**2024**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

УДК 632.651:632.93:633.16

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан факультету**

**захисту рослин, біотехнологій та  
екології**

\_\_\_\_\_ **Коломієць Ю.В.**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

**Фітопатології імені В.Ф.Пересипкіна**

\_\_\_\_\_ **Гентош Д.Т.**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Кореневі гнилі пшениці озимої та екологічно безпечні  
заходи щодо обмеження їх розвитку»**

**Спеціальність 202 Захист і карантин рослин**

Освітня програма «Захист рослин»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ д.с.-г. н., професор  
(підпис)

Доля М.М.  
(ПІБ)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ д.с.-г. н., професор  
(підпис)

Патика М.В.  
(ПІБ)

**Виконав (ла)** \_\_\_\_\_

(підпис)

Дулін А.А.  
(ПІБ)

**КИЇВ-2024**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Кафедра ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин  
Освітній ступінь «Магістр»  
Спеціальність 202 Захист і карантин рослин  
Освітня програма Захист рослин**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
Фітопатології імені В.Ф.Пересипкіна  
\_\_\_\_\_ Гентош Д.Т.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ВИПУСКНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ  
СТУДЕНТУ**

**ДУЛІН АНТОН АНДРІЙОВИЧ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Кореневі гнилі пшениці озимої та екологічно безпечні заходи щодо обмеження їх розвитку»  
Керівник роботи (проєкту) Пати́ка Микола Володимирович затверджена наказом ректора НУБІП України від Строк подання студентом завершеної роботи
2. Вихідні дані до магістерської роботи - літературні джерела за темою науково-дослідної роботи, експериментальна частина з представленням обговоренням даних, одержаних самостійно, сформульовані висновки
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Визначити збудники корневих гнилей пшениці озимої, які переважають у зоні Полісся України.  
Дослідити ефективність застосування штаму бактерій *B. subtilis* 523 проти збудників корневих гнилей пшениці озимої.

– Визначити ефективність застосування сучасних мікробних препаратів (Хетомік, Фітоспорин) як засобів захисту рослин пшениці озимої від збудників кореневих гнилей.

#### 4. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Огляд літератури			
2. Матеріали та методи досліджень			
3. Результати досліджень та їх обговорення			
4. Загальні висновки			
5. Список використаних джерел			

5. Дата видачі завдання «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літературних джерел з питань господарського значення та особливостей вирощування пшениці озимої. Аналіз сучасного ведення інтегрованого захисту посівів пшениці озимої від хвороб. Аналіз відомостей з питань ефективності застосування		

	різних прийомів, методів, біопрепаратів для контролювання і обмеження розвитку корневих гнилей в агроценозі пшениці озимої.		
2	Визначення і опрацювання практичних методичних питань щодо проведення досліджень. Вибір методів, умов проведення дослідів. Постановка експериментів, збір даних щодо характерних збудників корневих гнилей пшениці озимої для зони Полісся України.		
3	Проведення дослідів з визначення ефективності застосування штаму бактерій <i>B. subtilis</i> 523 проти збудників корневих гнилей пшениці озимої.		
4	Комплексні дослідження ефективності ряду мікробних препаратів (Хетомік, Фітоспорин) як екологічно безпечних засобів захисту рослин пшениці озимої від збудників корневих гнилей.		
5	Оформлення науково-дослідної роботи, написання розділів з обговоренням експериментальних даних, формулювання висновків за одержаними результатами.		

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота як кваліфікаційне дослідження на тему «Кореневі гнилі пшениці озимої та екологічно безпечні заходи щодо обмеження їх розвитку» виконана в обсязі 60 сторінок комп'ютерного тексту формату А4, містить 6 таблиць і 8 рисунків.

В роботі проаналізовано і використано 42 літературні джерела. Вона складається з наступних розділів:

1. Огляд літератури.
2. Матеріали та методи досліджень.
3. Результати досліджень та їх обговорення.
4. Загальні висновки.
5. Список використаних джерел.

Проблема біологізації (екологізації) надзвичайно важлива як в науковому, так і прикладному значенні. Найголовніше її завдання – забезпечити населення необхідними продуктами харчування, запобігти втратам урожаю від шкідливих організмів та зберегти довкілля від надмірного хімічного навантаження. Насьогодні ефективним методом захисту залишається хімічний, проте він має

негативні наслідки та дії на екосистеми, під його впливом формуються нові раси і штами збудників захворювань, більш вірулентні та стійкі до фунгіцидів нового покоління. У багатьох розвинених країнах світу пріоритетним стає виробництво екологічно безпечних сільськогосподарських продуктів. Таким чином, пошук методів та засобів, що ефективно стримують розвиток фітопатогенів і водночас безпечні для людини та навколишнього середовища є актуальним. Один з таких методів є застосування мікробних препаратів, що обмежують розвиток збудників захворювань та оптимізують функціональний стан рослин.

Науково-дослідна робота виконана на базі кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**Мета роботи** – вивчити розвиток корневих гнилей пшениці озимої в Поліссі України, визначити екологічно безпечні заходи і засоби для обмеження ураженості рослин корневими гнилями.

**Об’єкт досліджень** – збудники корневих гнилей пшениці озимої, біологічні засоби захисту.

**Предмет досліджень** – ураженість рослин пшениці озимої корневими гнилями, ефективність мікробних препаратів.

Виходячи з мети досліджень, вирішували такі задачі:

1. Визначити збудники корневих гнилей пшениці озимої, які переважають у зоні Полісся України.
2. Дослідити ефективність застосування штаму бактерій *B. subtilis* 523 проти збудників корневих гнилей пшениці озимої.
3. Визначити ефективність застосування сучасних мікробних препаратів (Хетомік, Фітоспорин) як засобів захисту рослин пшениці озимої від збудників корневих гнилей.



## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>9</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>10</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Господарське значення та особливості вирощування пшениці озимої</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Інтегрований захист посівів пшениці озимої від хвороб .....</b>	<b>21</b>
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Об'єкт та предмет дослідження.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Методи проведення дослідження. ....</b>	<b>37</b>
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. Збудники корневих гнилей в агроценозі пшениці озимої при вирощуванні в умовах Полісся України .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. Аналіз впливу бактерій-антагоністів (штаму <i>B. subtilis</i> 523) на збудників корневих гнилей пшениці озимої .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3. Ефективність застосування мікробних препаратів проти корневих гнилей пшениці озимої .....</b>	<b>50</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>.....</b>
Помилка! Закладку не визначено... <b>54</b>	
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>57</b>

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

га – гектар

т/га – тона на один гектар

ц/га – центр на один гектар

см – сантиметр

л/га – літр на один гектар

LB – поживне середовище

КГА – картопляно-глюкозний агар

С –градуси по Цельсію

г – грам

% – відсоток

млн. – мільйон

тис./га – тисяча на один гектар

$D_k$  – діаметр мікроміцету у контролі

$D_d$  – діаметр мікроміцету у дослідному варіанті

## ВСТУП

Хвороби пшениці озимої значно знижують урожай та якісні показники зерна. Втрати валового збору щорічно становлять близько 20%. В Україні щорічний недобір урожаю зерна пшениці озимої через шкідливу дію хвороб становить 12-14%, що прирівнюється до вартості зерна пшениці з площі 1 млн. га [1-3].

Відомо, що кореневі гнилі відносяться до групи хвороб зернових культур, що уражують корені, прикореневу частину стебла, підземне міжвузля, вузол кущіння. Незважаючи на подібні симптоми, хвороби спричинюються різними збудниками. Кореневі гнилі спричинює комплекс патогенних грибів, які трапляються у різних співвідношеннях і викликають подібні симптоми. Однак розвитку збудників сприяють різні умови довкілля, тому залежно від природно-кліматичних умов в Україні поширені чотири типи корневих гнилей: звичайна, фузаріозна, офіобольозна і церкоспорельозна [4, 5].

Посівам пшениці озимої значних втрат завдають в основному кореневі гнилі гельмінтоспоріозного та фузаріозного походження. В агроценозах пшениці патогенний мікробом представляє собою змішану інфекцію, яка, за літературними даними, найчастіше розглядається як звичайна коренева гниль та локалізує у ризосфері коріння рослин.

Актуальність досліджень збудників корневих гнилей в біоценозах пшеничного поля зростає в зв'язку з їх здатністю продукувати небезпечні для здоров'я людини і тварини мікотоксини. А тривале застосування хімічних засобів захисту рослин призводить до виникнення стійких штамів і популяцій патогенів, частота виникнення яких випереджає створення нових препаратів для їх контролю. Велике значення у розвитку корневих гнилей мають також погодні умови, попередники та особливості сортів пшениці озимої.

Отже, на сьогодні особливо актуальні питання вирощування інтенсивних, стійких сортів як найбільш економічно вигідний, екологічно безпечний і радикальний метод контролю більшості хвороб пшениці озимої, у тому числі і

корневих гнилей. Такі сорти здатні, більшою мірою, реалізувати свій біологічний потенціал урожайності. До цього слід віднести біологічні методи захисту рослин, а саме застосування і впровадження в практику агровиробництва екологічно безпечних мікробних препаратів нового покоління. Таким чином, у зв'язку зі змінами клімату, сортового складу, агротехніки, насиченості сівозмін зерновими культурами виникає потреба в удосконаленні існуючої системи інтегрованого захисту рослин (для пшениці озимої) від корневих гнилей. Існує необхідність проводити комплексні дослідження з вивчення поширеності й розвитку корневих гнилей в умовах Полісся України, а також вивчення ефективності застосування мікробних препаратів як дієвих засобів захисту рослин.

Для одержання стабільної врожайності зерна пшениці озимої високої якості важливе значення має наково-обґрунтований захист рослин від корневих хвороб пшениці та впровадження екологічно безпечних заходів щодо обмеження їх розвитку. Враховуючи це, була поставлена мета –вивчити розвиток корневих гнилей озимої пшениці в Поліссі України та визначити екологічно безпечні заходи і засоби для обмеження ураженості рослин корневими гнилями.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішення наступних завдань:

- Визначити збудники корневих гнилей пшениці озимої, які переважають у зоні Полісся України.
- Дослідити ефективність застосування штаму бактерій *B. subtilis* 523 проти збудників корневих гнилей пшениці озимої.
- Визначити ефективність застосування сучасних мікробних препаратів (Хетомік, Фітоспорин) як засобів захисту рослин пшениці озимої від збудників корневих гнилей.

## РОЗДІЛ 1

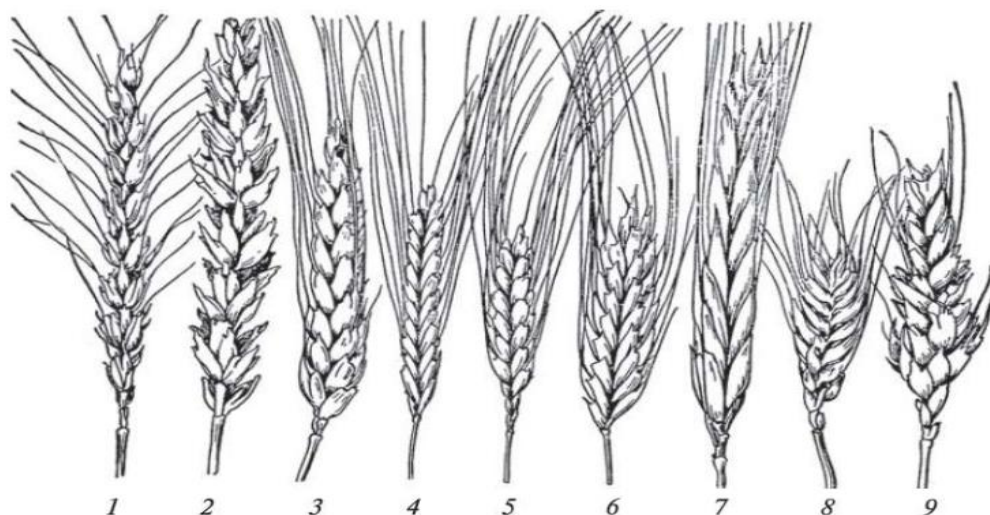
### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Господарське значення та особливості вирощування пшениці озимої

Головну роль у вирішенні проблем продовольчої безпеки країни відіграє розвиток зернового господарства, в якому пріоритетне значення належить виробництву пшениці озимої, яка залишається найважливішою культурою в рослинництві, що займає 40% посівних площ зернових і формує 45-50% валових зборів зерна в Україні [6, 7].

Пшениця – стратегічна культура нашої держави, яка у світовому масштабі має найбільше продовольче значення. За посівною площею вона займає перше місце в світі серед сільськогосподарських культур. Походженням з Близького сходу чи Західної Азії (Ірак, Єгипет, Китай). У зерновому господарстві України перше місце займає саме пшениця. Щороку в Україні озиму пшеницю висівають на площі 6-8 млн. га, яру – на площі 160-400 тис. га.

За літературними довідковими відомостями пшениця належить до родини тонконогових (*Poaceae*) роду *Triticum*. З 22 видів пшениці деякі поширені у виробництві, рис. 1.1. Всі види пшениці за морфологічним і господарськими ознаками поділяють на дві групи: голозерні і плівчасті [8, 9].



**Рисунок 1.1. Окремі види пшениці: 1 – м'яка остиста; 2 – м'яка безоста; 3 – тверда; 4 – культурна однозернянка; 5 – двозернянка; 6 – пшениця Тимофієва; 7 – польська; 8 – карликова; 9 – тургідум**

В Україні поширені сорти озимої твердої пшениці, борошно яких є незамінною сировиною для макаронної промисловості, а також вони використовуються для виробництва крупчатки та виготовлення вищої якості манної крупи. Хліб з пшеничного борошна відзначається високими смаковими властивостями, добре засвоюється. Він висококалорійний в 100 г пшеничного хліба міститься 245-255 ккал. Зерно широко використовується для продовольчих цілей, в особливості в хлібопеченні і кондитерській промисловості та використовується для виробництва круп, макаронів, вермішелі, кондитерських виробів тощо. У промисловості зерно пшениці використовують для одержання крохмалю, спирту. Пшеничні висівки висококонцентрований кормів для всіх видів тварин. Перспективнішим є використання соломи для виробництва паперу, картону. Найкраще використати солону для підвищення родючості ґрунтів безпосередньо як добриво чи для виробництва гною, компостів. Озиму пшеницю використовують у зеленому конвеєрі, забезпечуючи тваринництво зеленими кормами навесні після згодовування суріпиці, ріпаку і жита.

#### *Біологічні особливості пшениці.*

Насіння пшениці проростає при температурі у посівному шарі ґрунту 1-2<sup>0</sup>С. Сходи при цьому з'являються пізно і недружно. Найбільш інтенсивне проростання спостерігається при 12-15<sup>0</sup>С. За умови достатнього зволоження ґрунту сходи при такій температурі з'являються на 5-6 день. Оптимальний строк сівби пшениці – при середньодобових температур повітря 14-17<sup>0</sup>С.

За календарними строками це припадає: в північно-східних районах (Чернігів, Суми, Харків, Луганськ) на 5-15 вересня, на заході Лісостепу і Полісся – на 5-25 вересня, а півдні Степу – 20-30 вересня, в Криму – 5-10 жовтня.

Осінь вегетація повинна тривати 40-50 діб. Озима пшениця кущиться як восени, так і навесні. Висока температура навесні і нестача вологи негативно впливає на кущення. Більшість сортів озимої пшениці районуваних на Україні, відносно стійкі проти пониження температур в осені, зимові та ранньовесняний

періоди. При доброму загартуванні восени вони витримують зниження температури на глибині залягання вузла кущення до мінус 15-18<sup>0</sup>С, а деякі до 19-20<sup>0</sup>С.

Найвищою холодостійкістю озима пшениця характеризується на початку зими. На весні, внаслідок зимового виснаження воно часто гине при зниженні температури до мінус 10<sup>0</sup>С. Холодостійкість пшениці найбільше знижується при різких коливаннях температури, коли в день повітря прогрівається до 8-10<sup>0</sup>С, а вночі охолоджується до мінус 8-10<sup>0</sup>С.

Вихід у трубку у озимій пшениці починається звичайно в першій половині травня при температурі 10-12<sup>0</sup>С, а колосіння – через 30-35 діб. При підвищенні температур (до 15-20<sup>0</sup>С) колосіння настає через 18-20 діб. Середня тривалість періоду від весняного відновлення вегетації до колосіння триває 70-80 діб.

Оптимальні умови для формування, наливу і дозрівання зерна (в середньому 30 діб) при температурі 16-20<sup>0</sup>С (мінімум 12, максимум 30), вологості повітря 50%, вологому ґрунті.

Озима пшениця добре витримує високі температури влітку. Короткочасні суховії з підвищенням температурі 35-40<sup>0</sup>С не завдають великої шкоди, особливо при достатній вологості ґрунту, хоча при цьому відбувається гальмування асиміляційного процесу.

Озима пшениця належить до вологолюбних, вимогливих до вологи рослин. Для набухання насіння використовує до 50-55% води від своєї маси. Коефіцієнт транспірації 400-500. У сприятливі за вологою роки він знижується до 300, а несприятливі підвищується до 600-700.

Оптимальна реакція ґрунтового розчину для пшениці нейтральна рН 6,0-7,5. Найвищій врожай її вирощують на чорноземних ґрунтах. Озима пшениця належить до рослин довгого світлового дня. Період вегетації триває 240-320 діб.

Озима пшениця має довший вегетаційний період, ніж яра, краще використовує вологу і поживні речовини ґрунту і дає в основних районах її

виращування високі врожаї (наприклад, в Ірландії – 80,3 ц/га, Франції – 76 ц/га, Великобританії – 75,6 ц/га, в Україні – 24 ц/га).

Озима пшениця за своїми морфо-фізіологічними особливостями досить вимоглива до умов вирощування, тому в сучасних умовах інтенсифікації виробництва на це потрібно звертати особливу увагу. Перш за все, на Поліссі необхідно підбирати поля з реакцією ґрунтового розчину (рН) не нижче 6,0. Значну увагу треба приділяти також підбору земельних масивів. Необхідно надавати перевагу кращим попередникам і створювати належне агрохімічне забезпечення і захист від хвороб. Своєчасне і якісне виконання основних технологічних заходів вирощування забезпечить одержання добрих врожаїв.

За допомогою кривих вченими змодельовано [14], як упродовж періоду вегетації зернових колосових культур відбувається закладка та формування структурних елементів урожаю, рис. 1.2.

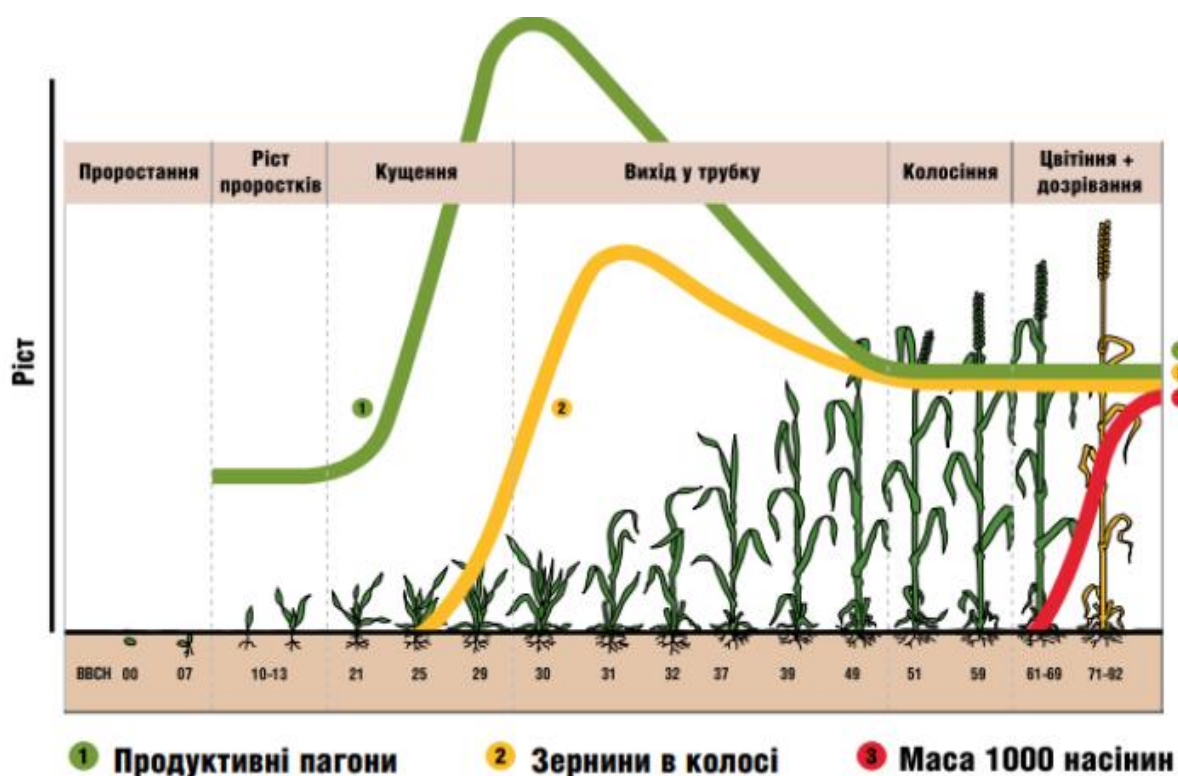


Рисунок 1.2. Формування врожаю зернових культур [14]

Піки цих кривих збігаються з періодами, коли за допомогою агротехнічних заходів можна найбільш ефективно вплинути на величину того чи іншого структурного елементу.



Пшениця характеризується великою різноманітністю форм, що різняться між собою багатьма ознаками. Найбільшою кількістю форм і сортів представлені м'яка і тверда пшениці.

У процесі розвитку озима пшениця проходить такі основні фази:

- 1) сходи;
- 2) кущіння;
- 3) вихід у трубку;
- 4) колосіння;
- 5) цвітіння;
- 6) досягання (молочна, воскова і повна стиглість)

Отже, онтогенез озимої пшениці з точки зору продукційного процесу можна поділити на два взаємопов'язаних етапи: у перший з них формується сам потенціал урожайності, а в другий – здійснюється його реалізація. Відповідно до цього, на ранніх етапах органогенезу метаболізм рослини озимої пшениці мусить забезпечити з одного боку формування «стартових» параметрів елементів продуктивності та їх дальший повноцінний розвиток, а з іншого боку успішну зимівлю рослини.

У своїх дослідженнях академік Моргун В.В. [10] стверджує, що в загальному підвищенні врожайності різних сільськогосподарських культур на частку сорту і високоякісного насіння припадає до 50%, а приріст світового виробництва зерна за останні 40 років, майже наполовину забезпечений за рахунок селекційних досягнень.

Таким чином, при підборі сортів для конкретної зони вирощування серед багатьох ознак пшениці озимої необхідно враховувати тривалість вегетаційного періоду, зимостійкість, стійкість проти вилягання та хвороб, стабільність продуктивності за різних умов вирощування, посухостійкість, генетично обумовлену якість зерна, стійкість до обсипання та проростання зерна в колосі. Особливу увагу варто звернути на стійкість до проростання зерна в колосі за умов дощової погоди, яку мають сорти з довгим періодом післязбирального

дозрівання. Серед сортів пшениці озимої високою стійкістю до проростання зерна в колосі характеризується цілий ряд сортів Миронівської селекції.

*Технологія вирощування пшениці озимої.*

Суть технології вирощування озимої пшениці полягає в оптимізації умов вирощування пшениці на всіх етапах росту й розвитку рослин. Технологія вирощування озимої пшениці передбачає: використання інтенсивних сортів, застосування добрив на заплановану врожайність, роздрібне внесення азотних добрив протягом весни за даними ґрунтової і рослинної діагностики, інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників, за потребою застосування регуляторів росту (ретардантів), сівбу із залишенням постійних технологічних колій (поможливості), організацію біологічного контролю за станом росту і розвитку рослин на основних етапах органогенезу.

Сучасні високопродуктивні сорти озимої пшениці відзначаються підвищеними вимогами до родючості ґрунту, вмістом вологи та його чистотою щодо бур'янів. У зв'язку з цим зростає роль попередників при вирощуванні таких сортів.

За результатами досліджень наукових установ з питань сівозмін, у Лісостепу високі і порівняно стабільні врожаї зерна доброї якості озима пшениця забезпечує при розміщенні її після гороху на зерно, багаторічних на один укіс трав (крім посушливих років), однорічних трав і кукурудзи на зелений корм та кукурудзи на силос ранніх строків збирання. Задовільним попередником для озимої пшениці є гречка ранньостиглих сортів за якісного збирання. Помітно знижується врожайність озимої пшениці в повторних посівах, при розміщенні після ячменю та кукурудзи пізніх строків збирання.

Обробіток ґрунту під озиму пшеницю повинен бути диференційований для кожної ґрунтової зони, господарства і полів сівозміни залежно від попередників, ступеня і характеру забур'яненості та інше.

Загальними принципами у системах обробітку ґрунту мають бути:

- післязбиральне лушення полів на глибину від 5-6 до 8–10 см дисковими лушильниками, дисковими боронами або важкими культиваторами, обладнаними стрільчатими лапами;
- лушення в єдиному циклі із збиральними роботами з мінімальним розривом у часі, особливо за посушливих умов;
- проведення наступного основного обробітку з вирівнюванням і ущільненням поверхні;
- доведення поля до посівного стану в єдиному технологічному циклі із застосуванням агрегатів, обладнаних розпушуючими або підрізуючими органами, котками чи комбінованими агрегатами;
- здійснення передпосівного обробітку в єдиному технологічному циклі з сівбою за мінімального розриву у часі між цими заходами;
- за вмісту доступної вологи у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту 10 мм і більше параметри передпосівного обробітку мають забезпечувати рівномірну глибину заробки насіння – не більше 5 см, з оптимумом 3–4 см. Поля після стерньових попередників слід переважно орати на глибину 16–18 см. Оранка є також оптимальним прийомом обробітку після багаторічних трав.

Передпосівний обробіток ґрунту і сівба – це єдиний технологічний процес. Розрив між ними повинен бути мінімальним (не більше 0,5-1 години).

Серед хлібних злаків пшениця озима є однією з найвибагливіших до родючості ґрунту та удобрення. Пшениця озима виносить з урожаєм значну кількість елементів живлення з ґрунту. Для формування врожаю зерна 10 ц/га необхідно: 28-37 кг азоту; 11-13 кг фосфору; 20-27 кг калію, 5 кг кальцію, 4 кг магнію, 3,5 кг сірки та 5 г бору, 8,5 г міді, 270 г заліза, 82 г марганцю, 60 г цинку, 0,7 г молібдену. Слід зазначити, що чим більший урожай і вища доза мінеральних добрив, тим більший винос поживних речовин. Аналіз показує, що достатньої кількості елементів живлення в легкодоступній формі в ґрунті майже не буває, тому для одержання високого врожаю під озиму пшеницю необхідно вносити мінеральні добрива.

Система удобрення повинна передбачати внесення органічних і мінеральних добрив. Органічні добрива добре впливають на розвиток мікрофлори, яка є антагоністом патогенів. Ефективність мінеральних добрив залежить від їх співвідношення. Фосфорні і калійні добрива підвищують стійкість рослин до хвороб. Надмірне, непропорційне внесення азотних добрив призводить до розпушення тканин рослин, що сприяє розвитку хвороб.

Науковцями доведено результативні показники при вирощуванні пшениці на різних фонах удобрення, табл. 1.1. Визначено оптимальні дози, які необхідно вносити з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу сортів, при яких врожаї пшениці озимої у 7 т/га і більше може бути отриманий за цілком прийнятних рівнів живлення [11, 12].

**Таблиця 1.1 – Необхідні рівні живлення для отримання високих урожаїв пшениці [11]**

Живлення	Урожайність (т/га) за рівнів живлення елементами (кг/га д.р.)					
	2,69		4,70		6,72	
	поглинання	винос	поглинання	винос	поглинання	винос
Азот	75	46	130	89	188	115
Фосфор	27	22	47	38	68	55
Калій	81	14	142	24	203	34
Магній	12	3	21	5	30	8
Сірка	10	2	18	4	25	7

*Примітка:* Основна кількість поглинутого калію міститься в соломі, тому вивезення її з полів призводить до збіднення ґрунтів.

На сьогодні в Україні дозволено до використання понад 20 протруйників. Кожен з них має свій спектр дії на шкідливі організми, різний її механізм і характер. Тому при виборі протруйників слід звернути увагу, проти яких збудників хвороб їх слід застосувати. Проти різних видів сажок, грибкових хвороб та корневих гнилей ефективні системні препарати [13].

Ризик ураження молодих паростків хворобами зростає через ряд факторів серед яких:

- ✓ короткі сівозміни насичені зерновими, через які збудники інфекції накопичуються у рослинних рештках та ґрунті;
- ✓ надто рання сівба, у той час коли збудники хвороб ще залишаються активними;
- ✓ посівний матеріал поганої якості.

Уникають вказаних ризиків шляхом обробки насіння протруювачами, які захищають молоді паростки від фузаріозу, збудники якого можуть міститися у рослинних рештках попередника. Якісні препарати не впливають на польову схожість, навіть у випадку зниженої маси посівного матеріалу.

Найбільш стійка до ураження хворобами пшениця оптимальних строків сівби. На надто ранніх посівах восени нагромаджується значно більше інфекції бурої і жовтої іржі, борошнистої роси, корневих гнилей, септоріозу, бактеріальних і вірусних хвороб. Пізні посіви сильніше уражаються сажкою. Глибоко посіяне насіння (6-8 см) довше сходить, а його проростки зазнають ураження збудниками пліснявіння, гнилі кореневої, сажки твердої.

Останніми роками у розвитку агротехнологій набувають значення зниження енерго- та ресурсомісткості технологічних операцій, біологізація землеробства, оптимізація термінів виконання передбаченого комплексу операцій, забезпечення екологічності виробництва. Важливого значення для підвищення ефективності зернового виробництва набувають технології, які концентрують новітні досягнення науки і техніки та дають можливість реалізувати потенційну продуктивність сортів відповідно до ґрунтових особливостей і погодних умов та забезпечать одержання високих урожаїв. Сучасні технології вирощування озимої пшениці дозволяють отримувати стабільну врожайність, та у повній мірі реалізувати продуктивний потенціал культури. При цьому, важливо дотримуватися технологічних рекомендацій на кожному етапі виробництва та планувати їх заздалегідь відповідно до результатів детальних досліджень особливостей кожної конкретної ділянки.

## 1.2. Інтегрований захист посівів пшениці озимої від хвороб

Основною умовою інтегрованого захисту є фітосанітарна діагностика, що ґрунтується на обліку і прогнозі комплексу динамічних процесів. Вихідною позицією інтегрованого захисту є використання адаптивного потенціалу рослин, раціонального розміщення культур згідно з екологічною ситуацією, адже невідповідність умов довкілля біологічним особливостям виду різко знижує не тільки стійкість культур до абіотичних і біотичних факторів, але й ефективність застосування традиційних засобів захисту рослин [15].

На даний час інтегрований захист рослин – це раціональне використання комплексу методів і заходів з урахуванням структури популяцій в агроценозі та визначення ступеня загрози від комплексу шкідливих організмів з метою обмеження їх шкодочинності до економічно невідчутного рівня [19, 20]. Найважливішими методами боротьби із шкідниками та хворобами є організаційно-технічні, агротехнічні, імунологічні, біологічні, мікробіологічні, біотехнічні, механічні, фізичні, хімічні.

За практичними рекомендаціями та науковими дослідженнями фахівців підтверджується твердження, що за нинішнього рівня поширеності хвороб, вирощування пшениці озимої неможливе без використання ефективних пестицидів різного механізму дії на бур'яни, хвороби і шкідники.

Згідно літературних даних використання інтегрованого захисту в посівах пшениці, залишення рослинних решток та внесення помірної дози мінерального удобрення  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , а мінімальне використання азотних добрив в посівах пшениці озимої стримувало розвиток септоріозу листків, борошнистої роси і кореневих гнилей, тому при цьому не було необхідності у використанні фунгіцидів в період вегетації [16-19].

Інтегрований захист озимої пшениці передбачає здійснення заходів, починаючи з підготовки насіння до сівби і початкових фаз розвитку рослин аж до збирання урожаю. Найбільш радикальним, екологічно безпечним і економічно доцільним методом захисту пшениці озимої є виведення і впровадження у виробництво її високопродуктивних сортів (Веста, Волошкова,

Елегія, Кассіопея, Колумбія, Копилівчанка, Красень, Кохана, Куяльник, Миронівська 65, Мирхард, Овідій, Повага, Подолянка, Поліська 90, Сирена одеська, Смуглянка, Співанка, Фаворитка, Харківська 105, Харус, Ювіляр миронівський, Айсберг одеський, Аргонавт, Золоте руно, Лагуна та ін.) які характеризуються груповою стійкістю проти більшості хвороб. Такі сорти в більшості випадків не потребують обробки посівів фунгіцидами, або кратність обробок стає мінімальною.

З метою отримання дружніх сходів, активізації росту й розвитку рослин на ранніх фазах розвитку, підвищення стійкості рослин проти вірусних хвороб та інших шкідливих організмів, підвищення продуктивності рослин при протруєнні чи інкрустації насіння слід додавати в робочі розчини протруйника рекомендовані регулятори росту рослин. По можливості слід уникати застосування протруйників насіння і застосовувати біопрепарати.

Зважаючи на складність та системний характер проблеми запровадження заходів біологізації сучасних технологій, перспективним напрямом вважається саме раціональне поєднання максимального використання мікроорганізмів, що характеризуються селективним впливом, з іншими сучасними поліфункціональними методами, які застосовуються в сучасному промисловому аграрному вирощуванні [20].

Важливою складовою інтегрованого захисту рослин є біологічний метод, зокрема, Застосування мікробних препаратів. Українськими мікробіологами створено низку мікробних препаратів на основі активних штамів азотофіксувальних, фосфатмобілізувальних, рістстимулювальних мікроорганізмів. Це Альбобактерин, Біогран, Діазобактерин, Мікрогумін, Поліміксобактерин, Ризогумін, Хетомік (Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН), Біополіцид, Ризоактив, Ризобофіт (Інститут агроєкології і природокористування НААН), Азогран (Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України) та інші. Розроблені біопрепарати характеризуються високою

ефективністю. Більшість із них сертифіковані для використання в технологіях органічного виробництва сільськогосподарської продукції [21-23].

Розроблено ефективні препарати для захисту від грибних захворювань рослин. Активно проводять дослідження у напрямі селекції активних штамів мікроорганізмів-антагоністів, створення зручних препаративних форм. Біофунгіциди на основі живих культур мікроорганізмів характеризуються перевагами, до яких можна віднести безпеку для людини і тварин, відсутність фітотоксичності, мутагенної та онкогенної активності, а також широкий спектр дії стосовно різних патогенів.

Повідомляється, що недобір урожаю зернових від комплексу хвороб становить у середньому 12-18%, а в роки масового поширення 25-50%, а іноді і більше. Останім часом надзвичайно шкідливими хворобами для зернових культур є кореневі гнилі. Під впливом подібних захворювань у зернових культур спостерігається гальмування росту, ламкість стебел, зміна щільності колоса. Згідно даних зимового моніторингу на рослинах озимої пшениці виявлено інфекційний запас збудників хвороб борошнистої роси, септоріозу, корневих гнилей 1-2,5%.

Як відомо, кореневі гнилі проявляються під час осінньої вегетації, а також поширюються в період весняного кушення і прогресують до молочно-воскової стиглості. Найбільш поширеними є звичайна коренева (гельмінтоспоріозна) гниль, фузаріозна, офіобольозна, церкоспорельозна та змішані фузаріозно-гельмінтоспоріозна та фузаріозно-церкоспорельозна кореневі гнилі [24] (рис. 1.3, 1.4).



**Рисунок 1.3. Фузаріозна коренева гниль зернових культур**





1)



2)



3)



4)

**Рисунок 1.4. Прояв корневих гнилей зернових культур:**

**1) офіобольозна; 2) звичайна коренева; 3) церкоспорельозна; 4) ризоктоніозна прикоренева**

Для моніторингу корневих гнилей пшениці озимої та раціонального планування проведення захисних заходів та попередження ураження рослин змішаними хворобами потрібно зібрати інформацію, яка б давала максимально вичерпну відповідь на низку питань. Перш за все, необхідно мати фітопатологічну характеристику насінневого матеріалу, яку отримують шляхом проведення експертизи насіння. В ураженого насіння різко знижується схожість, під впливом інфекції в пророслих зернівках відбувається викривлення, недорозвинення та загнивання проростків. Сівба інфікованим насінням призводить до раннього розвитку корневих гнилей [25].

Для прогнозування корневих гнилей також важливо мати інформацію про фітопатологічний стан ґрунту на полі, де передбачають вирощувати пшеницю озиму. Збудники фузаріозної кореневої гнилі (гриби роду *Fusarium*) є поліфагами, поширені у всіх ґрунтово-кліматичних зонах та уражують, окрім злакових культур, багато представників із інших родин, що завжди забезпечує високий інфекційний потенціал фузаріозної інфекції, незважаючи на диференціацію видів щодо штамової патогенності. Водночас збудник звичайної кореневої гнилі *Bipolaris sorokiniana* також є космополітом та уражує дикорослі (пирій, кострець, мишій, тимофіївку та інші) і культурні злаки, включаючи ячмінь, пшеницю, овес і жито.

В основних районах вирощування пшениці озимої частіше збудниками корневих гнилей є гриби *Fusarium avenaceum*, *Fusarium graminearum* та інші. Дослідженнями встановлено, що в умовах достатнього забезпечення вологою (60-80% повної вологості ґрунту) рослини менше піддаються захворюванню. За дефіциту або за різких коливань вмісту вологи в ґрунті, а також в разі утворення кірки на поверхні ґрунту й за інших несприятливих факторів, які послаблюють рослини, спостерігається значний розвиток корневих гнилей, збільшується кількість загиблих рослин, а із тих, що збереглися на час збирання, відсоток уражених зростає вдвічі.

Протруювання насіння – першочерговий етап інтегрованого захисту зернових культур, що впливає на формування оптимального фітосанітарного

стану посівів, зокрема, на динаміку розвитку корневих гнилей. Важливий профілактичний засіб – протруєння насіння рекомендованими препаратами. Використання хімічних засобів захисту має базуватися на результатах фітопатологічної експертизи насіннєвого матеріалу, що дає змогу оптимально дібрати препарат із урахуванням видового складу патогенів, їхніх біології та місця локалізації (екзофітної або ендоефітної інфекції).

Основний принцип захисту пшениці від корневих гнилей полягає в дотриманні технології вирощування, дотримання сівозміни, уникнення ущільнення ґрунту під час вегетації рослин, ретельне загортання післяжнивних решток, за необхідності обприскування посівів пшениці рекомендованими фунгіцидами та біопрепаратами. Крім цього, генофонд пшениці озимої є базою для виявлення джерел стійкості. Така інформація дає змогу об'єктивно складати програму гібридизації, планувати стратегію селекції на імунітет. Чим різноманітніший склад генів стійкості донорів, тим ефективніша селекція на імунітет.

Останніми роками захист посівів від хвороб (борошниста роса, снігова пліснява тощо) у зв'язку із подовженою вегетацією пшениці озимої необхідно забезпечити і в осінній період, для чого вносяться фунгіциди Альто Супер 330 ЕС, к.е. (0,5 л/га), Тілт, к.е. (0,5 л/га), Тілт Турбо 575 ЕС, к.е. (1,0 л/га), Фалькон 460 ЕС, к.е. (0,6 л/га), Таліус 20 к.е. (0,2–0,25 л/га), Флексіті (0,15–0,25 л/га).

Аналіз ефективності методів захисту рослин пшениці озимої від хвороб свідчить, що застосування біопрепаратів Триходерма бленд bio-green microzyme tr, кс (50 мл/т) + Гуапсин, р (5,0 л/га) контролює розвиток темно-бурої плямистості (*Drechslera sorociniana* Subram) пшениці озимої у межах 5,3-6,3%. При цьому ефективність біологічного захисту становить до 65,6- 70,1%. А застосування як біологічного так і хімічного методу захисту рослин пшениці озимої від корневих гнилей сприяє збільшенню кількості зерен у колосі різних сортів пшениці [26].

Кореневі гнилі пшениці озимої – це об'єднуюча назва хвороб кореневої системи рослин, прикореневої частини стебел, підземного міжвузля та вузла кушіння, що можуть бути викликані одним видом фітопатогенів чи комплексом видів напівпаразитних грибів. А видовий склад збудників та переважаючий тип ураження рослин значно залежить від умов вирощування культури у конкретній кліматичній зоні (регіоні).

Представники видів *Pseudocercospora herpotriehoides* (Fron) Deighton (*Cercospora herpotriehoides* Fron, церкоспорельозна коренева гниль) та *Gaeumannomyces graminis* Arxetoliver (*Ophiobolus graminis* Saccardo, офіобольозна коренева гниль) найчастіше фіксуються у Лісостеповий та Поліській зонах України. Для умов нестійкого зволоження або Степової зони України найбільш поширеними збудниками, що викликають кореневі гнилі, є представники роду *Fusarium* Link та гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem (*Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subramanian et Jain).

Повідомляється про те, що *Bipolaris sorokiniana* значно уражує рослини за двома типами: перший – у вигляді звичайної кореневої гнилі (коренева форма), другий – у вигляді темно-бурої плямистості (листова форма), яка частіше зустрічається у південних районах із теплим кліматом за умови зволоження. Конідії *Bipolaris sorokiniana* темно – оливкові, подовжено-яйцевидні, прямі або злегка вигнуті з 5–8 поперечними перегородками. Конідії не втрачають свою життєздатність до 1,5 року на рослинних рештках чи в ґрунті [29]. Вони слугують основною формою зберігання патогена в ґрунті в період відсутності рослини-живителя. Міцелій і конідії являються основними формами розмноження, поширення і перезимівлі гриба.

Сильно уражене зерно втрачає схожість, у хворих рослин спостерігається побуріння колеоптиля, кореневої шийки, першого піхвового листка. Молоді рослини з незначними ураженнями за сприятливих умов для росту і розвитку нормально розвиваються, а за несприятливих умов і сильному ураженні можуть загинути. У фазі трубки збудник уражує підземне, перше надземне міжвузля і перший вузол. У цій фазі вегетації хвороба найбільш небезпечна у зв'язку з тим,

що відбувається порушення взаємозв'язку підземної і надземної частини рослин, при цьому уповільнюються ріст і розвиток, що призводить до зниження маси зерна у колосі та відмирання стебел.

*Fusarium* дуже шкідливий у фазі проростків, уповільнюючи їх ріст і розвиток. У період вегетації фузаріозна хвороба спричиняє зріджування посівів і відмирання продуктивних стебел. Частина уражених стебел утворює недорозвинений колос із щуплим насінням, інколи спостерігається пустоколосість. Шкідливість звичайної кореневої гнилі полягає в порушенні фізіолого-біохімічних процесів у хворих рослин, затриманні росту, послабленні мінерального живлення, що призводить до зниження їх продуктивності, погіршення якості зерна [27, 28].

На зернових, патогенними вважаються види *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. nivale*; на кукурудзі *F. graminearum* та *F. moniliforme*. Види *F. oxysporum* та *F. solani* дуже поширені на зернових культурах, але спеціалізовані форми не виділено. Щорічні втрати зерна від фузаріозної кореневої гнилі в області становлять від 3,7 до 10,9%.

Отже, інфікування рослин супроводжується зміною цілої низки біохімічних параметрів метаболізму, пов'язаних з включенням різних сигнальних систем, за допомогою яких реалізується механізм захисних реакцій. На сьогодні суттєвим резервом для підвищення продуктивності посівів пшениці озимої та зменшення шкодочинності корневих гнилей може бути оптимізація системи живлення рослин за рахунок комплексного застосування оптимальних доз мінеральних та органо-мінеральних добрив на фоні застосування засобів хімічного захисту рослин від хвороб. За таких умов рослини пшениці озимої краще використовують елементи живлення з ґрунту і добрив, краще розвивається коренева система рослин, підвищується інтенсивність метаболічних процесів.

При веденні органічного землеробства більш ефективними в контролі хвороб є використання суміші біологічних препаратів захисної дії. Поєднання різних препаратів може забезпечувати більш широкий спектр дії та більш

тривалий захист для рослин. Комбінування різних препаратів дозволяє зменшити ризик розвитку резистентності патогенів до одного конкретного засобу захисту.

Таким чином, для формування високих і якісних врожаїв зерна пшениці озимої необхідно науково обґрунтовувати всі без виключення елементи технологій вирощування, в тому числі систему удобрення та інтегрованого захисту рослин. У посушливих природних умовах для підвищення продуктивності вітчизняного зерновиробництва велике значення має підбір районованих сортів, збереження вологи в ґрунті, дотримання сівозмін, а також ретельне виконання сучасних методик з вирощування пшениці озимої в умовах ризикового землеробства. Розширених досліджень потребують питання впливу мікроорганізмів на продуктивність пшениці озимої, як головного елементу органічного землеробства, зокрема використання біологічних препаратів для оптимізації системи удобрення та захисту рослин від шкідливих організмів.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відповідно до поставленої мети в науково-дослідній роботі вивчали розвиток і прояв основних кореневих гнилей пшениці озимої в умовах Полісся України та вплив перспективних біоагентів – штаму бактерій *B. subtilis* 523 та мікробних препаратів Хетомік, Фітоспорин – як сучасних засобів захисту рослин від збудників кореневих гнилей.

Дослідження проводили з пшеницею озимою сорту Поліська 90 за загальноприйнятими методиками в умовах модельних дослідів кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна НУБіП України та дослідного майданчика Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України. Норма висіву пшениці озимої складала 5 млн. схожих зерен на 1 га. Площа посівної ділянки становила 40 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>, повторність дослідів 4 разова.

Ґрунти дослідної ділянки – дерново-підзолисті супіщані з вмістом в орному шарі ґрунту: гумусу (за Тюрнімом) – 1,2%, азоту, що легко гідролізується (за Тюрнімом і Кононою) – 4,7 мг, рухомих форм фосфору (за Кірсановим) – 17-18 мг Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, обмінного калію (за Кірсановим) – 8,0 мг К<sub>2</sub>О на 100 г ґрунту, рН водний – 5,6. Агротехніка загальноприйнята для зони Полісся.

Використовували біопрепарат Хетомік – на основі штаму ґрунтового сапрофітного гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser 3250, який здатний проявляти високу антагоністичну активність щодо широкого спектра фітопатогенних грибів [30, 31]. Він застосовується для поліпшення росту, розвитку і захисту сільськогосподарських культур від збудників кореневих хвороб: кореневі гнилі зернових і зернобобових культур та комплексу інших хвороб.

Біопрепарат являє собою порошок коричневого кольору, один грам якого містить 1,0-1,2 мільярда сумкоспор гриба. Біоагент препарату гриб-антагоніст активно колонізує кореневу систему і обмежує розвиток фітопатогенних

грибів-збудників корневих гнилей сільськогосподарських культур. Крім живої культури гриба препарат містить фітогормональні речовини, які за характером дії на рослини відносяться до ауксинів, гіберелінів і брасиностероїдів, а також арахідонову кислоту, яка є біогенним еліситором, що індукує системну імунну відповідь рослин на дію патогенів і несприятливих екологічних чинників.

Оптимальна норма витрати препарату для зернових і зернобобових культур становить 1,0-1,2 кг на 1 т насіння. Передпосівну обробку насіння зернових препаратом здійснюють з використанням протруювачів.

Біопрепарат Фітоспорин (Фітоспорін-М) – препарат, основу якого складають бактерії *Bacillus subtilis*, штам 26 Д. Призначений для захисту овочевих культур від фітофторозу, корневих гнилей, а також культур відкритого і закритого ґрунту від борошнистої роси. Фітоспорін має подвійну дію, оскільки, з одного боку, знаходиться у міжклітинному просторі рослин, і, як ендofітна бактеріальна культура, конкурентно пригнічує розвиток багатьох патогенних мікроорганізмів усередині рослин, а з іншого боку, в прикореневому ґрунтовому середовищі протягом вегетації, він пригнічує розвиток багатьох патогенів, у тому числі й кореневої гнилі.

В досліджах використовували штам бактерій *B. subtilis* 523 – із робочої колекції непатогенних мікроорганізмів аграрного призначення кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна НУБіП України, рис. 2.1.



**Рисунок 2.1. Поверхневий посів штаму *B. subtilis* 523 на агаризоване поживне середовище LB (5 доба культивування, 28-30°C)**



Штам бактерій вирощували методом глибинного культивування в колбах ємкістю 250 мл із рідким середовищем LB, що містить пептон – 10,0%, екстракт дріжджів – 5,0% і NaCl – 10,0% (рН 7,0) на качалці за 180 об./хв. протягом 72 годин за 28<sup>0</sup>С.

Слід відзначити, що у захисті рослин (агрономії) основою наукового пізнання є польові та лабораторні дослідження з сільськогосподарськими культурами, а також експерименти й спостереження, за результатами яких внаслідок математичної обробки одержаних даних існує можливість вибору найкращого сполучення технологічних операцій, встановлення моделей, здійснення збільшення врожаю, нормування різних видів ресурсів для певних умов кожного господарства тощо.

За допомогою теоретичних розробок, методологічних питань та практичної реалізації результатів наукових досліджень виникає можливість вирішення актуальних проблем підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі й пшениці озимої, у різних природно-кліматичних зонах, зокрема за рахунок біологізації технологій вирощування, зниження хімічного тиску на агроценози.

Схема польового (дрібноділянкового) дослідження:

1. Контроль без інокуляції та обробки хімічними і біологічними (мікробними) препаратами.
2. Передпосівна обробка насіння мікробним препаратом Хетомік (титр 0,5-0,6 млрд. сумкоспор мікроміцета *Chaetomium cochliodes* 3250 в 1 г препарату або 50-60 тис. сумкоспор мікроміцета на 1 насінину).
3. Передпосівна обробка насіння мікробним препаратом Фітоспорін-М (інокуляція насіння).

4. Передпосівна обробка насіння культуральною суспензією штаму *B. subtilis* 523 (інокуляція насіння).

Насіння контрольного варіанту обробляли еквівалентною кількістю стерильної водогінної води.

За ростом і розвитком рослин були проведені фенологічні спостереження візуально (встановлення початку основних фаз розвитку рослин: сівба, сходи, поява третього листка, кушіння, вихід в трубку, поява прапорцевого листка, колосіння, молочна, воскова й повна стиглість зерна, збирання врожаю) [32, 33].

## 2.1. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт досліджень – збудники корневих гнилей пшениці озимої, біологічні засоби захисту.

Предмет досліджень – ураженість рослин пшениці озимої корневими гнилями, ефективність мікробних препаратів.

Найтипівіша коренева гниль, яка поширена в усіх регіонах України, – звичайна (гельмінтоспоріозна) коренева гниль (темно-бура плямистість): збудником хвороби є гриб *Cochliobolus sativus* Drechsler ex Dastur, який належить до царства *Fungi*, відділу *Ascomycota*, порядку *Dothideales*. Сумчаста стадія в циклі розвитку патогена майже втрачена. Гриб пристосований до паразитизму за умов теплої і сухої погоди, у місцях з підвищеною сонячною радіацією та на ґрунтах, наближених до нейтральних.

Інтенсивний розвиток захворювання відбувається в посушливі роки. На корінцях і листках проростків пшениці з'являються дрібні темні плями, які згодом розростаються в довжину до 1,5 см, у центрі темно-бурі або темно-сірі, по краях бліді. На ураженій тканині у вологу погоду утворюється оксамитовий чорний або оливково-бурий наліт конідіального споро ношення гриба [1, 3]. Конідієносці колінчасті, на верхівках утворюються темно-оливкові,

яйцеподібні, іноді зігнуті конідії з 12-13 поперечними перегородками. Інфекція поширюється саме за допомогою конідій.

У період вегетації рослин гриб поширюється конідіями, розповсюдженню інфекції в довкіллі сприяє вітряна і дощова погода. Для зараження рослин необхідне зволоження поверхні рослини не менше ніж 16 год. Оптимальна температура для розвитку гриба – 22-28<sup>0</sup>С. Розвитку хвороби сприяє м'яка зима, спочатку суха, потім волога погода, недотримання сівозміни, пошкодження посівів через низькі температури.

Джерелом інфекції є рослинні рештки, у яких патоген зберігається у формі конідій, сумкоспор, а також грибницею в ураженому насінні. Залежно від рівня розвитку, хвороба спричиняє зрідження посівів, відставання рослин у рості, пустоколосість або призводить до розвитку неповноцінного колоса із плюсклим зерном.

*Фузаріозна коренева гниль*: зовнішні ознаки хвороби дуже схожі з ознаками звичайної кореневої гнилі. Збудниками фузаріозної кореневої гнилі є сумчасті гриби із роду *Gibberella* (*Fusarium graminearum* Schwabe), які належать до відділу *Ascomycota*, порядку *Hypocreales* і мітоспорові гриби із роду *Fusarium*: *F. culmorum* Sacc., *F. oxysporum* Sch., *F. sporotrichiella* Bilai var. *sporotrichoides* Bilai та інші.

Більшість збудників фузаріозної кореневої гнилі у період вегетації рослин спричиняють фузаріоз колоса. Тому розподіл хвороби на фузаріозну кореневу гниль і фузаріоз колоса вважається умовним. *Fusarium* формують безбарвні серпоподібні або веретено-серпоподібні макроконідії з 4-5 перегородками. Деякі види утворюють також еліпсоподібні чи яйцеподібні одноклітинні або з однією перегородкою мікроконідії. Крім того, більшість видів за несприятливих умов середовища (надлишок або нестача поживних речовин, висока температура, низька відносна вологість повітря) формують одноклітинні безбарвні або жовто-бурі хламідоспори і темно-коричневі чи темно-сині мікросклероції. Під час вегетації хвороба поширюється за допомогою конідій.

Зараження рослин відбувається за температури від 3 до 35<sup>0</sup>С та вологості ґрунту понад 40%.

Основне джерело інфекції — ґрунт, у якому на уражених рослинних рештках зберігаються збудники у вигляді грибниці, хламідоспор і мікросклероціїв. Додатковим джерелом є уражене насіння.

Фузаріози виявляються у вигляді загнивання та загибелі сходів, корневих гнилей дорослих рослин, судинного трахеомікозу а також фузаріозу колоса та зерна. Багатьма дослідниками виявлено різні види грибів роду *Fusarium* за патогенністю, вірулентністю, токсичними властивостями та іншими ознаками.

*Офіобольозна коренева гниль*: хвороба здебільшого поширена в районах із достатнім зволоженням (у західному регіоні Поліської та Лісостепової зон, однак зареєстрована і в інших областях України в умовах підвищеної вологості та зрошування). Збудником хвороби є гриб *Gaeumannomyces graminis* v. Arx. et N. Olivier var. tritici J. Walker, який належить до відділу *Ascomycota*, порядку *Phyllaphorales*.

Цей тип кореневої гнилі виявляється осередками. Найтиповішими ознаками хвороби є оксамитовий чорний наліт міцелію гриба на коренях і основі стебла, який легко знімається. Уражені органи спочатку буріють, пізніше чорніють і загнивають. Корені стають крихкими і ламкими, коренева система часто відпадає біля вузла кущіння. Під піхвами листків у вологу погоду утворюються дрібні плодові тіла — псевдоперитеції.

Псевдоперитеції гладенькі, шкірясто-вуглистої консистенції, діаметром 500-700 мкм. Сумки в основному циліндроподібні, іноді зігнуті, з 8 паличкоподібними, з 2-3 поперечними перегородками - сумкоспорами. На грибниці можуть також формуватися хламідоспори та склероції. Сумкоспори визрівають наприкінці вегетації і здатні заражати озимі посіви ще з осені, однак зараження відбувається переважно навесні. У період вегетації хвороба поширюється грибноцею за допомогою комах, дощовою та поливною водою.

Основне джерело – уражені рештки, на яких збудники зберігаються псевдоперитеціями і грибницею. Додатковим джерелом інфекції є хламідоспори та склероції, які навесні проростають і здатні заражати рослини. Офіобольоз особливо небезпечний у фазі сходів. При сильному ураженні коренева система відмирає, рослини гинуть.

*Церкоспорельозна гниль* (ламкість стебел, очкова плямистість): збудниками хвороби є сумчасті гриби з роду *Oculimacula*, які належать до царства *Fungi*, відділу *Ascomycota*, порядку *Helotiales*. Хвороба поширена повсюдно, але найбільшої шкоди завдає на Поліссі, у Західному і Центральному Лісостепу, у Степу на зрошенні, особливо в роки з холодною сирією осінню, м'якою з відлигами зимою і дощовою прохолодною весною.

Виявляється на зовнішній поверхні листових піхв на рівні ґрунту або дещо вище (на першому і другому міжвузлях) у вигляді еліпсоподібних поздовжніх світлих, з димчастим нальотом конідіального спорношення плям завдовжки 0,8–2,2 см з темно-каштановою облямівкою. Протягом вегетації плями можуть змінювати забарвлення і форму, але завжди нагадують «вічко».

Гриб утворює конідіальне спорношення, яке складається з коротких циліндричних 1-2-клітинних конідієносців і безбарвних голкоподібних, дещо зігнутих конідій із 5-7 перегородками. У природних умовах інфекція поширюється конідіями. Оптимальна температура для розвитку збудника – 5-9<sup>0</sup>С, тому особливо інтенсивне зараження посівів відбувається рано навесні від конідій, що утворюються на грибниці на рослинних рештках. Основне джерело інфекції це уражені рештки в ґрунті, де патоген у вигляді грибниці, мікросклероціїв і конідій зберігається впродовж 18 місяців.

Церкоспорельоз і офіобольоз – найшкідливіші з корневих гнилей. Збудники саме цих хвороб, закупорюючи провідні тканини рослин пшениці, обмежують надходження до надземних органів мінеральних речовин і води, що суттєво зменшує масу зерна і призводить до «пустоколосиці» та «чорноколосиці».

Шкідливість кореневих гнилей виявляється в зниженні кількості та якості врожаю. Розмір шкоди від хвороби визначається умовами вирощування пшениці та паразитичними властивостями патогенів. Тому шкідливість хвороби змінюється за роками і природно-господарськими ознаками.

Спостереження за розвитком і поширенням кореневих гнилей у польових умовах мають базуватися на комплексі візуальних і біологічних методів виявлення хвороб та визначення видової належності збудників.

Необхідним заходом в обмеженні патогенезу та підвищенні продуктивності пшениці є пошук нових дієвих композицій фунгіцидів з комплексними мікробними препаратами. У сучасному сільському господарстві вони набули широкого використання, особливо комплексні препарати на основі різних видів бактерій, які доповнюють один одного за функціональними особливостями і позитивно впливають на рослини та ризосферний мікробіоценоз. За необхідності застосування хімічних засобів захисту рослин та отримання високоякісної продукції необхідно проводити додаткові дослідження з визначення стійкості мікробних інокулянтів до пестицидів, які передбачається використовувати.

## **2.2. Методи проведення дослідження**

У дослідженнях застосовували широкий спектр загально-наукових і спеціальних методів проведення досліджень, а саме:

аналітичний – для узагальнення наукових досягнень вітчизняних та іноземних вчених щодо вивчення кореневих гнилей зернових культур, ефективності застосування біологічних препаратів на основі різних агентів у агроценозах;

мікробіологічні, фітопатологічні – для визначення збудників кореневих гнилей пшениці озимої, які переважають у зоні Полісся України;

польові – для проведення дрібно ділянкового дослідження, біометричних вимірювань, обліку врожаю та ураженість хворобами, уточнення рівня їх шкідливості;

визначення ефективності застосування біопрепаратів;

математично-статистичний – оцінка достовірності одержаних результатів, виявлення залежності між досліджуваними показниками.

На різних етапах дослідження також використовували загальнонаукові поширені методи: гіпотезу, спостереження, вимірювання, опису, аналізу, синтезу, узагальнення.

При проведенні досліджень дотримувались правил влаштуванні і безпеки роботи в біологічних лабораторіях.

Матеріально-технічне забезпечення (обладнання):

1. Біологічні мікроскопи з додатковими пристосуваннями і наборами необхідних барвників.

2. рН-метри, дистилятори, центрифуги, технічні та аналітичні ваги, апаратура для фільтрування та інше.

3. Набір інструментів: бактеріологічні петлі, мікробіологічні шпателі, пінцети, спиртовки та інше.

4. Лабораторний посуд: пробірки, чашки Петрі, флакони та інше.

5. Прилади для стерилізації обладнання, поживних середовищ та реактивів.

6. Необхідні засоби пожежної та хімічної безпеки (вогнегасники, дезінфікуючі розчини і т. д.).

Основне правило роботи в лабораторії – правильна організація роботи. При цьому слід дотримуватися наступного:

1. До роботи в лабораторії допускаються особи після проходження інструктажу з техніки безпеки.

2. Всі повинні працювати в медичних халатах.

3. У лабораторії забороняється пити напої і приймати їжу.

4. Робоче місце повинно міститися в зразковому порядку, а особисті речі зберігатися в спеціально відведених місцях.

5. При випадковому попаданні біологічного матеріалу на стіл і т. д. це місце необхідно ретельно вимити дезінфікуючим розчином.

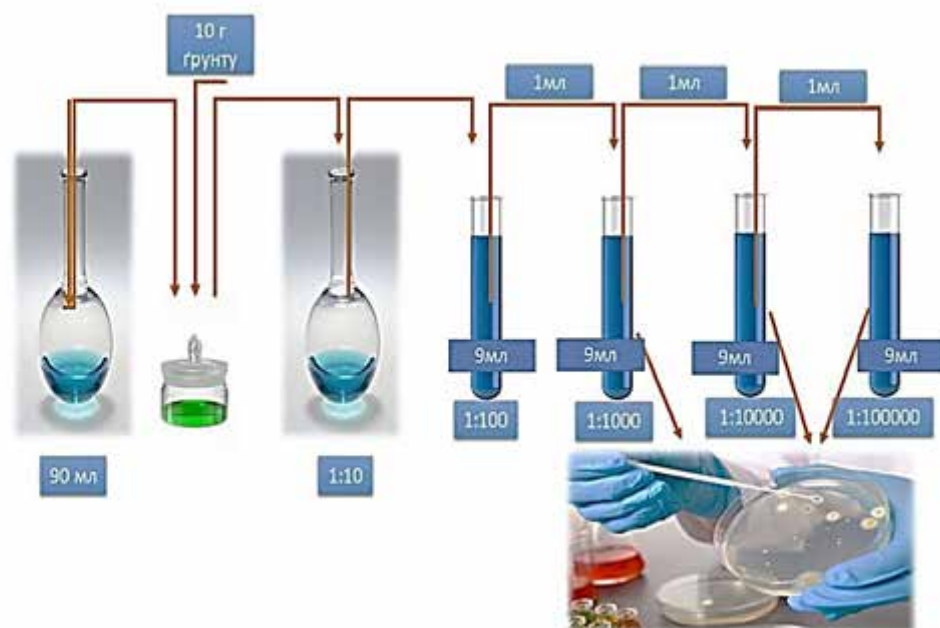
6. Результати роботи слід заносити в робочий журнал.

7. Після закінчення роботи слід вимити руки.

Для вирощування бактерій-біоагентів (*Bacillus subtilis* 523) рідкої препаративної форми посівний матеріал вносили в кількості не менше, ніж 5,0% від загального об'єму середовища [34]. Густина суспензії бацил для інокуляції насіння становила не менше 1 млрд. клітин /мл біопрепарату.

Титр мікроорганізмів в інокулянті перевіряли методом граничних розведень суспензії з наступним висівом на агаризоване середовище LB. При цьому необхідні такі розведення, щоб мікробні колонії утворювалися відокремлено з однієї клітини (рис. 2.2).

Послідовні розведення препарату здійснюють в стерильній воді з подальшим посівом на щільних поживних середовищах. З отриманого першого розведення ( $10^{-2}$ ) з дотриманням правил асептики готують ряд послідовних десятикратних розведень (до  $10^{-9}$ ).





## Рисунок 2.2. Схема виготовлення розведень та посіву суспензії на чашки Петрі

Для приготування кожного розведення використовують окремі стерильні піпетки, суспензію ретельно перемішують до однорідності. Для аналізу, як правило, використовують розведення  $10^{-7}$  –  $10^{-9}$ . Для підрахунку кількості життєздатних клітин використовують в роботі ті чашки Петрі, в яких кількість колоній не менше 30 та не більше 200. Кількість життєздатних клітин або спор (С) в 1 г препарату визначають за формулою:

$$C = \frac{A \times P}{m \times V} \quad \text{де,} \quad (2.1)$$

$A$  — середнє арифметичне число колоній, що вирости в чашках Петрі в конкретному розведенні;

$P$  – коефіцієнт розведення препарату;

$V$  – кількість проби, що обрана для посіву,  $\text{см}^3$ ;

$m$  – вага проби препарату, г.

За кінцевий результат прийнято середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, припустиме розходження між якими не повинно перевищувати 30,0%.

Важливо, щоб нові препарати були не тільки ефективними, але стабільними в процесі зберігання. Тому одним з важливих напрямків досліджень є вивчення зміни активності біопрепарату при зберіганні в умовах змінних температур.

Антагоністичні властивості штаму *B. subtilis* 523 визначали методом радіальних штрихів [42].

Ступінь інгібування росту колоній гриба розраховували за формулою (2.2):

$$(D_k - D_d / D_k) \times 100\% \quad \text{де,} \quad (2.2)$$

$D_k$  – діаметр у контролі;  $D_d$  – діаметр у дослідному варіанті.

Ефективність біопрепаратів залежить від різних факторів: конкурентоспроможності штамів, що входять до складу біопрепарату по відношенню до аборигенної мікрофлори і збудників захворювань рослин, ґрунтово-кліматичних та інших регіональних умов. Біологічна ефективність біопрепаратів в значній мірі залежить від температури навколишнього середовища і біології збудника. Оптимум для обробок біопрепаратами становить вище 18<sup>0</sup>С. Характерною особливістю дії мікробних агентів на фітопатогени, на відміну від синтетичних препаратів, є комплексна дія, яка складається з прямого і послідовного (продовженого) ефектів.

Облік корневих гнилей проводили у кінці молочної стиглості шляхом викопування в рівновіддалених місцях ділянки 25 рослин (всього по сорту 100 рослин). Корені промивали водою. Аналізуючи проби, визначали ступінь ураження в балах:

- 1 – ознаки хвороби відсутні;
- 3 – поодинокі штрихи, слабе побуріння підземного міжвузля чи основи стебла;
- 5 – побуріння до 50% площі підземного міжвузля;
- 7 – сильне почорніння підземного міжвузля, ураження тканини сягає 75% площі, білоколосиця, загнивання кореневої системи, трухлявість коренів, рослина легко висмикується з ґрунту;
- 9 – органи уражені цілком. Рослина загинула.

Визначення ураженості проводили згідно з загальноприйнятими рекомендаціями [39, 40].

Ураженість рослин корневими гнилями визначали за такими показниками, як кількість уражених рослин (поширення) та розвиток хвороби.

Ступінь розвитку хвороби (інтенсивність ураження) розраховували у кожному повторенні за формулою (2.3):

$$P = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{H \times 9} \quad \text{де, (2.3)}$$

$P$  – ступінь розвитку хвороби, %;

$\Sigma (a \times b)$  – сума добутків кількості хворих рослин на відповідний бал ураження;

$H$  – всього облікових рослин (здорових і хворих), штук;

9 – найвищий бал шкали.

За відсутності видимих симптомів ураження здійснювали лабораторну діагностику кореневих гнилей. Для цього кореневу систему рослин добре промивали проточною водою, потім дезінфікували розчином 10% гіпохлориту натрію (10 хвилин), після чого корені двічі ополіскували стерильною водою і просушували фільтрувальним папером.

Потім їх розкладали на картопляно-глюкозний агар (КГА) по 2 штуки на чашку Петрі, чашки поміщали у термостат за температури 24<sup>0</sup>С. За наявності збудників фузаріозної чи гельмінтоспоріозної гнилей на 4-7-му добу навколо коренів утворювалися, відповідно, колонії грибів *Fusarium* sp. та *Cochliobolus sativus*: для кількісної оцінки їх підраховували.

Статистичний аналіз проведено за програмою Statistica 8.0, дані обчислено за MS Excel.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Збудники корневих гнилей в агроценозі пшениці озимої при вирощуванні в умовах Полісся України

В умовах домінування беззмінних посівів і сівозмін із короткою ротацією, насичення їх однотипними культурами, впровадження нульового або мінімального обробітку ґрунту, вирощування сприйнятливих до хвороб, генетично однорідних сортів, відбувається порушення природних зв'язків між рослиною-господарем і патогеном. Це призводить до розширення видового різноманіття і посилення шкідливості збудників хвороб, особливо зернових культур, значної активізації розвитку і поширення хвороб [35, 36]. Наприклад, зі збільшенням частки пшениці озимої в структурі посівів і вирощування її в монокультурі ураженість збудниками різновидів плямистості листя зростає до 75,0%.

Також, за даними літературних джерел [37, 38], потепління клімату, особливо в зимові місяці, спричиняє розширення ареалу патогенів на території, де раніше вони не траплялись. Вдзначається виживання на нових територіях ґрунтового патогену *Fusarium graminearum* (небезпечного мікроміцету, що спричиняє економічно значущі захворювання зернових культур), адаптація грибів до більш холодних умов існування, міграція клонів між популяціями. Все це може бути спричинено міграцією конідій гриба з повітряними потоками та з насіннєвим матеріалом. Крім цього, широка спеціалізація *F. graminearum* дає йому змогу легко адаптуватися в нових екологічних умовах.

Результати наших проведених досліджень свідчать, що ураженість посівів пшениці озимої корневими гнилями в умовах Полісся України (Чернігівська область) мала тенденцію підвищення. Поширеність корневих гнилей у посівах досягала 14,0-55,0%, розвиток – 4,5-23,0%.

Це можна пояснити і пов'язати, в першу чергу, з високою насиченістю сучасних сівозмін зерновими колосовими культурами, що сприяє накопиченню інфекції у ґрунті, й особливостями погодних умов, табл. 3.1.

Наприклад, конідії *B. sorokiniana* в умовах посушливого клімату зберігають життєздатність у ґрунті до п'яти років і можуть посилювати розвиток звичайної кореневої гнилі.

Під час обстеження посівів пшениці озимої за візуальними симптомами ідентифіковано церкоспорельоз, офіобольоз (16,2-18,5% відповідно). При цьому поширення хвороби церкоспорельозу становило до 16%, за розвитку 8,0%.

**Таблиця 3.1 – Поширення і розвиток корневих гнилей пшениці озимої (сорт Поліська 90, дрібноділянковий дослід 1)**

Тип кореневої гнилі	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %
Звичайна, або гельмінтоспоріозна ( <i>Cochliobolus sativus</i> / <i>Bipolaris sorokiniana</i> )	17,0	5,8
Фузаріозна ( <i>Fusarium</i> sp.)	19,8	10,2
Прикоренева церкоспорельозна ( <i>Oculimacula yallundae</i> )	16,2	8,0
Офіобольозна ( <i>Gaeumannomyces</i> <i>graminis</i> )	18,5	9,9
Інші – змішані інфекції	8,0	3,2

Частка уражених площ іншими хворобами варіювала у менших межах, зокрема поширеність склала 8,0%, а розвиток до 3,2%.

Таким чином, різновиди кореневої гнилі були домінуючими хворобами пшениці озимої в умовах Полісся України (максимальна поширеність хвороби становила 80,0%). Коливання показників ураження рослин хворобою в межах року може бути пов'язано із значенням попередника або сорту.

Слід відмітити, що через вологу погоду майже всі рослини пшениці озимої зазнали ураження хворобою, переважно фузаріозом у вигляді побуріння основи стебла. Але за такого типу ураження пшениці озимої грибами *Fusarium* спостерігається незначна глибина проникнення збудника, отже, значних пошкоджень важливих органів рослини – провідних тканин – не фіксувалося.

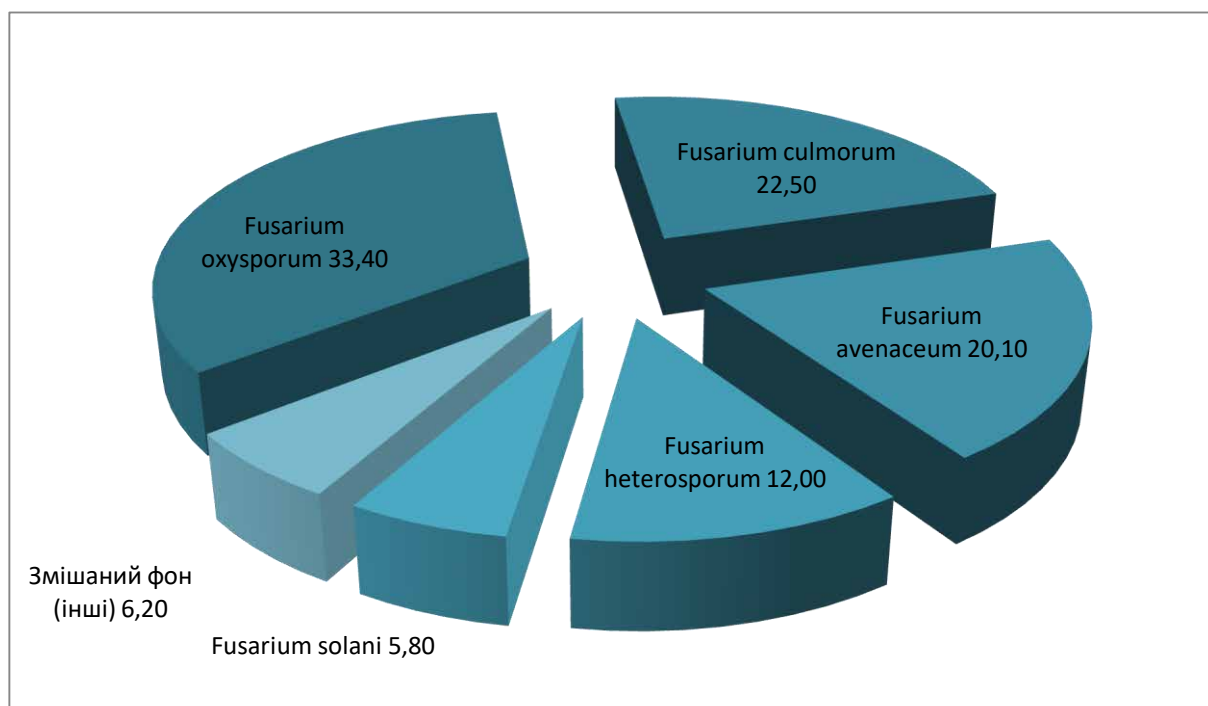
Встановлено, що основними збудниками корневих гнилей пшениці озимої були гриби з роду *Fusarium* та *Helminthosporium sativum* (синонім *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.), сумчаста стадія *Cochliobolus sativus*). В окремих варіантах посівів за вологих умов у незначній кількості зустрічалися *Ophiobolus graminis*, *Cercospora herpotrichoides*, *Rhizoctonia solani*.

Вивчення видового складу мікроміцетів, виділених з уражених корневими гнилями рослин пшениці озимої показало, що домінуючими видами в патогенному комплексі є представники роду *Fusarium*, а саме: *Fusarium oxysporum* (Schlecht) Snyd et Hans., *F. culmorum* (Sn.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. heterosporum* Nees, *F. solani* (Mart.) App. et Wr.

Враховуючи те, що на уражених рослинах пшениці озимої переважали представники роду *Fusarium*, у подальших аналізах було визначено частку кожного виду, рис. 3.1.

Аналізуючи опубліковані праці різних вчених можна зазначити, що за допомогою таких агротехнічних заходів як вибір попередника та внесення добрив (мінеральних) можна добитися зниження ураженості рослин пшениці озимої корневими гнилями та підвищення її продуктивності [41].

Залежно від класу зерна, згідно із ДСТУ 3768-2010, уражених фузаріозом зерен пшениці не повинно бути більше 0,3-0,5%.



**Рисунок 3.1 – Видовий склад фузаріїв (*Fusarium*) на уражених рослинах пшениці озимої:**

1. – *F. oxysporum* – 33,4%; 2. – *F. culmorum* – 22,5%; 3. – *F. avenaceum* – 20,10%; 4. – *F. heterosporum* – 12,0%; 5. – *F. solani* – 5,8%; інші – до 6,20%.

На основі проведених досліджень можна узагальнити, що кореневі гнилі пшениці озимої в зоні Полісся України прогресують. Ключові причини полягають у високій насиченості сівозміни зерновими культурами, що призводить до погіршення фітосанітарної ситуації. До цього можна додати дефіцит або відсутність органічних добрив, які підвищують хворобостійкість пшениці і обмежують розвиток корневих гнилей шляхом витіснення збудників цієї хвороби мікроорганізмами-антагоністами. Велике значення у розвитку корневих гнилей мають також погодні умови, попередники та особливості сортів пшениці озимої.

Посилення шкодочинності, вірулентності та агресивності збудників мікозів зернових злакових культур зумовлено зростанням обсягів імпорту частини неякісного насіннєвого матеріалу, глобальними та регіональними змінами агрокліматичних чинників унаслідок дедалі більшого антропогенного

навантаження та резистентності збудників хвороб. Запобігти втратам урожаю від хвороб неможливо без використання інтегрованої системи захисту рослин/

### **3.2. Аналіз впливу бактерій-антагоністів (штаму *B. subtilis* 523) на збудників корневих гнилей пшениці озимої**

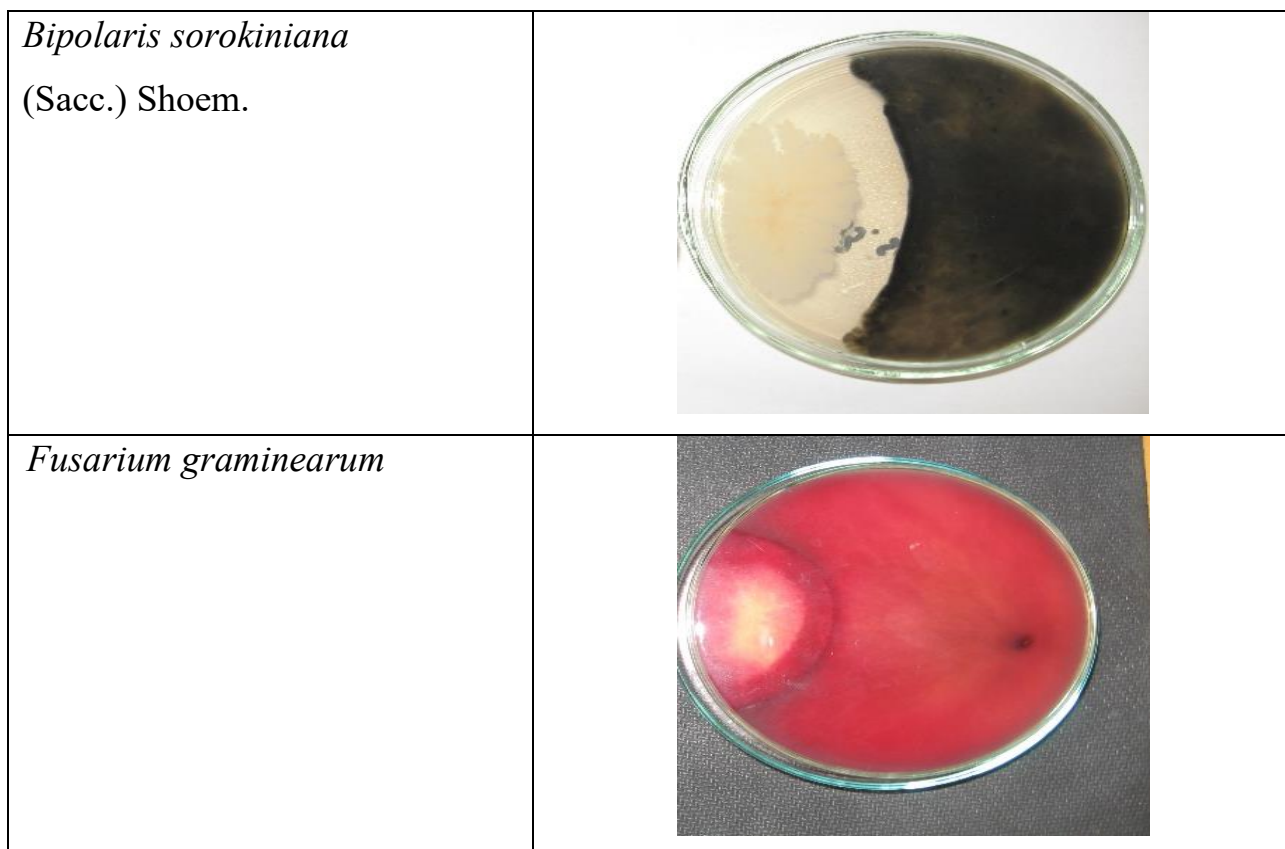
Функціонування у ґрунті мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів є важливим фактором запобігання поширенню хвороб рослин. Серед досліджених особливо важливими антагоністами фітопатогенних бактерій і грибів у агроекосистемах є представники родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Chaetomium* та деякі інші мікроорганізми. Ряд досліджених штамів-антагоністів є основою чи перспективними для виготовлення мікробних препаратів для контролю фітопатогенів у агроекосистемах і підвищення врожайності рослин.

У досліджах використовували штам *Bacillus subtilis* 523, який розглядається як перспективний. До його характерних особливостей віднесено специфічну антагоністичну дію щодо фітопатогенних організмів зернових культур. Відомо, що для PGPR-бактерій, зокрема, роду *Bacillus*, притаманним є позитивний (прямий і опосередкований) вплив на рослини. Вважається, що здатність до синтезу гормонів – одна з основних властивостей ризосферних, епіфітних, ендоефітних і симбіотичних бактерій, що стимулюють ріст рослин.

Аналіз даних, отриманих в результаті вивчення антагоністичної активності штаму *B. subtilis* 523 показав, що відносно поширених збудників корневих гнилей пшениці озимої зазначений штам виявив високу активність, а саме: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium graminearum* (рис. 3.2).

Штам з підвищеною антагоністичною активністю вважається таким, якщо під його дією пригнічення лінійного росту грибів становить понад третину порівняно з контрольним варіантом (без впливу бактерії-антагоніста).





**Рисунок 3.2. Пригнічення росту фітопатогенних грибів під впливом штаму *B. subtilis* 523**

Кількісні показники антагоністичної активності штаму *B. subtilis* 523 щодо фітопатогенних грибів – індекси пригнічення, представлені у таблиці 3.2.

**Таблиця 3.2 – Антагоністична активність штаму *B. subtilis* 523 *in vitro* щодо фітопатогенних мікроміцетів**

Мікроміцет (гриб)	Індекс пригнічення, %
	<i>B. subtilis</i> 523
<i>Bipolaris sorokiniana</i> – збудник звичайної кореневої гнилі	59,5
<i>Gaeumannomyces graminis</i> – збудник офіобольозної кореневої гнилі	31,0
<i>Fusarium graminearum</i> – збудник фузаріозу колоса	38,8
<i>Fusarium oxysporum</i> – збудник фузаріозної кореневої гнилі	44,6

Наявність «зони пригнічення росту» свідчить про синтез штамом антибіотичних субстанцій, які потрапляють у поживне середовище і безпосередньо інгібують ріст гриба. Вочевидь, механізмом захисної дії штаму *B. subtilis* 523 є продукування антибіотичних речовин, які пригнічують розвиток фітопатогенних мікроміцетів. В той же час, крім синтезу антибіотичних метаболітів, відомі і ще й інші механізми антагоністичного впливу бактерій роду *Bacillus* на гриби – збудники хвороб рослин, зокрема, конкуренція за джерела живлення, колонізація рослинної тканини, індукція стійкості тощо. Відомо, що штами бацил здатні активно колонізувати корені та прикореневу частину стебла і лише деякі колонізують надземні органи, і, таким чином, проявляти високу ефективність проти корневих гнилей.

Встановлена висока біологічна активність штаму *B. subtilis* 523 *in vitro* через пригнічення фітопатогенів, зокрема для *Bipolaris sorokiniana* – збудника звичайної кореневої гнилі – індекс пригнічення був максимальним 59,5%; для *Gaeumannomyces graminis* (збудника офіобольозної кореневої гнилі) і *Fusarium graminearum* (збудника фузаріозу колоса) – в діапазоні 31 – 39% відповідно. Щодо збудника фузаріозної кореневої гнилі – *Fusarium oxysporum* – виявлено 44,6% інгібування фітопатогена.

Таким чином, результати вивчення антифунгальних властивостей бактерій роду *Bacillus* проти фітопатогенних мікроміцетів в лабораторних умовах показали, що досліджувані штами з успіхом можна використовувати в системі контролю фітопатогенних організмів – збудників корневих гнилей зернових культур.

### 3.3. Ефективність застосування мікробних препаратів проти корневих гнилей пшениці озимої

Важливим завданням ведення сільськогосподарського виробництва у частині захисту рослин є розроблення дієвих шляхів активізації діяльності мікроорганізмів за рахунок комплексного застосування мікробних препаратів для зниження ураженості рослин корневими гнилями та підвищення урожайності пшениці озимої.

Впровадження заходів щодо формування високопродуктивних рослинно-мікробних систем, які б забезпечували значне зростання урожайності сільськогосподарських культур, покращання якості рослинницької продукції та збереження родючості ґрунтів набувають особливої актуальності.

В польових експериментальних дослідженнях ми вивчали ефективність застосування мікробних препаратів Хетоміка, Фітоспорину та штаму *Bacillus subtilis* 523 як засобів захисту пшениці озимої від збудників корневих гнилей.

Встановлено, що використання мікробного препарату Хетомік забезпечило надійний захист рослин від корневих гнилей.

**Таблиця 3.3 – Вплив мікробних препаратів на розвиток кореневої гнилі пшениці озимої (польовий дослід, середньє значення)**

Варіант дослід	Розвиток хвороби у фази розвитку рослин, %		
	вихід у трубку	колосіння	воскової стиглості
Контроль (без передпосівної інокуляції препаратами)	14,7	20,1	38,6
Обробка насіння Хетоміком	6,5	8,3	27,1
Обробка насіння Фітоспорином	10,2	13,7	30,9

Дослідження впливу передпосівної обробки вищезазначеними препаратами показало, що цей біологічний прийом сприяв зменшенню розвитку хвороби у всі фенологічні фази, в які проводився облік захворюваності.

Максимальне зниження розвитку хвороби встановлено у варіанті з Хетоміком. Так, у фазі виходу в трубку нижчий рівень розвитку хвороби відмічено у варіанті з застосуванням мікробних препаратів (у середньому від 6,5 до 10,2%). Ця тенденція зберігалася й у фазах колосіння та воскової стиглості.

Позитивні показники отримано при дослідженні впливу рідких препаративних форм мікробних агентів (культуральної суспензії), зокрема штаму *Bacillus subtilis* 523 на розвиток кореневої гнилі пшениці озимої (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4 – Вплив культуральної суспензії штаму *Bacillus subtilis* 523 на розвиток кореневої гнилі пшениці озимої (польовий модельний дослід)**

Варіант досліджу	Розвиток хвороби у фази розвитку рослин, %		
	вихід у трубку	колосіння	воскової стиглості
Контроль (без передпосівної інокуляції препаратами)	14,7	20,1	38,6
Обробка насіння культуральною суспензією штаму <i>Bacillus subtilis</i> 523	8,6	10,5	25,9

Встановлено, що у фазі виходу в трубку рівень розвитку хвороби у варіанті з застосуванням штаму *Bacillus subtilis* 523 спостерігався в діапазоні 8,6%. У фазу колосіння та воскової стиглості в цьому дослідному варіанті показники розвитку хвороби встановили в межах 10,5 та 25,9% відповідно.

В проведених дослідах показано, що при обробітку насіння пшениці озимої біопрепаратом Хетомік загальна кількість рослин, уражених корневими гнилями у фазу колосіння, була в 5,4 раза нижчою, ніж в контрольному варіанті (табл. 3.5).

Показано, що при застосуванні штаму *B. subtilis* 523 кількість уражених рослин у фазу колосіння порівнюючи з контрольним варіантом зменшилась в 4 рази, а у фазу воскової стиглості зменшення поширення хвороби в 2,8 рази.

Застосування Фітоспорину мало найменшу ефективність з усіх мікробних агентів, але він за ефективністю прирівнюється до культуральній рідині штаму *Bacillus subtilis* 523.

**Таблиця 3.5 – Ураженість корневими гнилями та урожайність озимої пшениці (польовий дослід)**

Варіант дослід	Фази розвитку рослин		Урожайність, т/га	Приріст урожаю, %
	колосіння	воскової стиглості		
	Поширення хвороби, %			
Контроль (без передпосівної інокуляції препаратами)	26,0	55,9	3,99	–
Обробка насіння Хетоміком	4,8	16,4	4,76	19,3
Обробка насіння Фітоспорином	10,0	25,9	4,21	5,5
Обробка насіння культуральною суспензією штаму <i>Bacillus subtilis</i> 523	6,0	19,8	4,36	9,3
НІР <sub>05</sub>	1,56	1,60	1,18	–

Показники ефективності Фітоспорину щодо стримування поширення корневих гнилей варіювали від 10 до 25,9%.

Таким чином, урожай зерна пшениці озимої збільшувався при застосуванні всіх дослідних мікробних засобів захисту рослин. Урожай зерна пшениці озимої при використанні хетоміка зростав на 19,3%.

Збільшення урожаю озимої пшениці на 9,3% спостерігається при застосуванні *B. subtilis* 523. Тоді як при застосуванні Фітоспорину приріст урожаю становив 5,5%. Наведені дані є підтвердженням того, що біопрепарати проявляють ефективність та захищають посіви пшениці озимої від збудників корневих гнилей, кількісні показники урожаю зростають.

## ВИСНОВКИ

В результаті проведення науково-дослідної роботи проаналізовано комплекс сучасних даних щодо значення та особливостей вирощування пшениці озимої та перспективи проведення інтегрованого захисту посівів від збудників кореневих гнилей. За аналізом відомостей з питань ефективності застосування різних прийомів, методів, біопрепаратів для контролювання і обмеження розвитку кореневих гнилей в агроценозі пшениці озимої здійснено порівняння експериментального блоку досліджень, виконаних за актуальною темою «Кореневі гнилі пшениці озимої та екологічно безпечні заходи щодо обмеження їх розвитку». В результаті досліджень вивчено розвиток кореневих гнилей пшениці озимої в умовах Полісся України, визначено екологічно безпечні заходи для обмеження ураженості рослин кореневими гнилями.

1. В результаті обстеження посівів пшениці озимої при вирощуванні в умовах Полісся України (Чернігівська область) показано розширення видового різноманіття і посилення шкідливості основних збудників кореневих гнилей та виявлено активізацію розвитку і поширення таких хвороб. Так, за візуальними симптомами встановлено наявність церкоспорельозу, офіобольозу (16,2-18,5% відповідно). Поширення хвороби церкоспорельозу становило до 16%, за розвитку 8,0%. Частка уражених площ іншими хворобами варіювала у менших межах (поширеність склала 8,0%, розвиток до 3,2%).

2. Вивчення видового складу мікроміцетів, виділених з уражених кореневими гнилями рослин пшениці озимої показало, що домінуючими видами в патогенному комплексі є представники роду *Fusarium*: *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. heterosporum*, *F. solani*. За дослідженнями визначено частку кожного виду. Так, *F. oxysporum* максимально фіксували к мажех 33,4%, *F. culmorum* – 22,5%, *F. avenaceum* – 20,10%, *F. heterosporum* – 12,0%, *F. solani* – 5,8% та інші інфекції не перевищували 6,2%.

3. Встановлено, що кореневі гнилі пшениці озимої в зоні Полісся України мали тенденцію до прогресування. За результатами досліджень доведено специфічну антагоністичну дію перспективного штаму *Bacillus subtilis* 523 щодо фітопатогенних мікроміцетів *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum*, які часто виявляються в агроценозі пшениці озимої. Високий індекс пригнічення виявлено для *Bipolaris sorokiniana* (59,5%) і *Fusarium oxysporum* (44,6%). Менший індекс інгібування (пригнічення) фітопатогенів *Gaeumannomyces graminis* і *Fusarium graminearum* проявився в межах 31-39% відповідно. Антифунгальні властивості бактерій роду *Bacillus* (штаму *Bacillus subtilis* 523) можна з успіхом використовувати в системі контролю фітопатогенів – збудників корневих гнилей зернових культур.

4. В польових експериментальних дослідженнях вивчено ефективність застосування мікробних препаратів Хетоміка, Фітоспорину та перспективного штаму *Bacillus subtilis* 523 як засобів захисту пшениці озимої від збудників корневих гнилей. За дії досліджених біоагентів виявлено зменшення розвитку хвороб у всі фенологічні фази, в які проводився облік захворюваності (вихід в трубку, колосіння, воскової стиглості). Максимальне зниження розвитку корневих гнилей встановлено у варіанті з мікробним препаратом Хетомік (від 6,5 до 27,1%).

5. Встановлено, що у фазі виходу в трубку рівень розвитку хвороби у варіанті з застосуванням штаму *Bacillus subtilis* 523 спостерігався в діапазоні 8,6%. У фазу колосіння та воскової стиглості в цьому дослідному варіанті показники розвитку хвороби встановили в межах 10,5 та 25,9% відповідно.

6. Показано, що при застосуванні перспективного штаму *B. subtilis* 523 кількість уражених рослин пшениці озимої у фазу колосіння порівнюючи з контрольним варіантом (без передпосівної інокуляції) зменшилась в 4 рази, а у фазу воскової стиглості зменшення поширення хвороби в 2,8 рази. При обробітку насіння пшениці озимої біопрепаратом Хетомік загальна кількість рослин, уражених корневими гнилями у фазу колосіння, була в 5,4 рази нижчою, ніж в контролі.



7. встановлено, що застосування біопрепарату Фітоспорин мало найменшу ефективність з усіх дослідних мікробних агентів, але він за ефективністю прирівнюється до культуральній рідині штаму *Bacillus subtilis* 523. Показники ефективності Фітоспорину щодо стримування поширення корневих гнилей на посівах пшениці озимої варіювали від 10 до 25,9%.

8. Встановлено, що урожай зерна пшениці озимої збільшувався при застосуванні всіх досліджуваних мікробних засобів захисту рослин. Продуктивність пшениці озимої при використанні Хетоміка зростала на 19,3%. У варіантах з культуральною суспензією *B. subtilis* 523 та біопрепаратом Фітоспорин приріст урожаю пшениці озимої був на рівні 9,3% та 5,5%. Отже, є підтвердження того, що біопрепарати і біоагенти проявляють ефективність та захищають посіви пшениці озимої від збудників корневих гнилей, кількісні показники урожаю зростають.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Марютін Ф.М., Пантелеев В.К., Білик М.О. Фітопатологія. Харків: Еспада, 2008. С. 231-235.
2. Піковський М. Кореневі гнилі пшениці озимої / М. Піковський, М. Кирик. Пропозиція (197). 2011. С. 78-81.
3. Фітопатологія. І.Л. Марков та ін. Київ: Фенікс, 2016. С.110-115.
4. Бакай І.Д., Михайленко С.В. Ураження фузаріозною кореневою гниллю в різних зонах вирощування пшениці озимої у 1987-2015 рр. Захист і карантин рослин. 2019. (65). С. 17-34.
5. Крючкова Л.О., Грицюк Н.В. Кореневі гнилі пшениці озимої – поширення в Північному Ліссостепу України. Карантин і захист рослин. 2014. № 2. С. 9-13.
6. Лихочвор В.В. Озима пшениця / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. Львів: НВФ "Українські технології", 2002. 88 с.
7. Каленська С.М. Рослинництво / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак. К.: НАУУ, 2005. С. 133 – 138.
8. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: Підручник/ М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк, В.А. Власенко. К.: Вища освіта, 2006. 493с.
9. Васильківський С.П. Селекція і насінництво польових культур: Підручник / С.П. Васильківський, С.В. Кочмарський. ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376с.
10. Моргун В.В., Санін Є.В., Швартау В.В. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці. К.: Логос, 2012. 131 с.
11. Технологія виробництва сертифікованого насіння. Методичні рекомендації. К., 2013. 115 с.
12. Сіроштан А. А. Кавунець В. П., Центилю Л. В. Посівні якості та врожайність пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки біологічними добривами. Миронівський вісник: Зб.наук. праць. Миронівка, 2015. №.1. С. 146-155.

13. Каленська С. та ін. Насіннезнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур : навчальний посібник. За ред. С. Каленської. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 320 с.
14. Вирощування пшениці озимої на зрошенні на засадах біологізації: науково-практичні рекомендації / В.В. Гамаюнова та ін. Миколаїв: МНАУ, 2019. 40 с.
15. Технологія вирощування насіння пшениці озимої (Методичні рекомендації) / За ред. А.А. Сіроштана, В.П. Кавунця. Центральне, 2023. 37 с.
16. Корнійчук М.С., Віннічук Т.С., Починок Л.А. Посилення ролі біологічного фактора в системах інтегрованого захисту рослин. Інтегрований захист рослин, проблеми і перспективи. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (13-16 листопада 2006 р.). Київ.: 2006. С. 133-135.
17. Федоренко В.П., Ретьман С.В. Актуальні питання захисту посівів. Карантин і захист рослин. 2009. № 3. С. 1-5.
18. Корнійчук М.С. Захист польових культур від шкідників і хвороб за технологій органічного виробництва. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 1-2. С. 98-110.
19. Бровдій В.М. Біологічний захист рослин / Бровдій В.М., Гулій В.В., Федорченко В.П. К., 2004. 351 с.
20. Довідник із захисту рослин / [Бублик Л.І. та ін.]; за ред. М.П. Лісового. К.: Урожай, 1999. 744 с.
21. Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С. Агробиологія ризосфери растений. Киев: Аграрна наука, 2015. 386 с/
22. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика; за ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
23. Сільськогосподарська мікробіологія в Україні: здобутки, проблеми, перспективи. волкогон в.в. вісник аграрної науки. 2018. 11(788). с. 20-27.

24. Олейніков Є. С. Поширення та розвиток основних хвороб пшениці озимої / Є. С. Олейніков. Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області. 2012. 13. С. 32-34.
25. Ретьман С. В. Плямистості пшениці в Лісостепу України й концептуальні основи захисту: автореф. дис. на зд. наук. ст. доктора с.-г. наук: спец. 06.01.11 – «Фітопатологія» / С. В. Ретьман. К., 2009. 43 с.
26. Марковська О.Є., Гречишкіна Т.А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. Агробіологія. №1, 2020. С. 96-103.
27. Хвороби кореневої системи рослин : метод. посібник / Кирик М.М. та ін. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2010. 163 с/
28. Крючкова Л.О., Грицюк Н.В. Кореневі гнилі пшениці озимої – поширення в Північному Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2014. № 2. С. 9.
29. Федоренко В. П. Як захистити посіви зернових / В. П. Федоренко. Захист і карантин рослин. 2006. № 6. С. 5-9.
30. Патица В.П., Копилов Є.П., Надкерничний С.П. Вплив *Chaetomium cochliodes* Palliser на мікроміцети кореневої зони ярого ячменю Мікробіологічний журнал. 2001. Т. 63, 5. С. 3-9.
31. Надкерничний С.П. Взаємодія ґрунтового сапрофітного гриба *Chaetomium cochliodes* із мікроміцетами кореневої зони пшениці ярої / С.П. Надкерничний, Є.П. Копилов. Карантин і захист рослин. 2010. № 5. С. 7-10.
32. Ушкаренко В.А. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта / В.А. Ушкаренко, О.Я. Скрипников. К., Одесса: Вища школа, 1988. 120 с.
33. Єщенко В.О, Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Дія, 2005. 288 с.
34. Terper E.Z., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.I. Workshop on microbiology: a textbook for high schools. М.: Drofa. 2005:256 p.
35. Голячук Ю. Розвиток основних грибних хвороб пшениці озимої в умовах Навчально-науково-дослідного центру Львівського національного аграрного

університету / Ю. Голячук. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2015. № 19. С. 165-168. (Серія: Агронімія).

36. Сільськогосподарська фітопатологія / І.Л. Марков, О.В. Башта, Д.Т. Гентош та ін. К.: Інтерсервіс, 2017. 574 с.

37. A spatial temporal analysis of the *Fusarium graminearum* transcriptome during symptomless and symptomatic wheat infection / N.A. Brown, J. Evans, A. Mead et al. *Mol. Plant Pathol.* 2017. Vol. 18(9). P. 1295-1312.

38. Climate suitability for *Magnaporthe oryzae* Triticum pathotype in the United States / C.D. Cruz, R.D. Magarey, D.N. Christie et al. *Plant Dis.* 2016. Vol. 100. P. 1979-1987.

39. Пересыпкин В. Ф. Методические указания по учету вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / В.Ф. Пересыпкин, В.М. Пидопличко. К., Юж. отд. ВАСХНИЛ, 1975. 88 с.

40. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / [В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан та ін.]; під ред. В. П. Омелюти. К.: Урожай, 1986. С. 94-97.

41. Педаш Т.М. Поширення і розвиток кореневих гнилей залежно від фаз розвитку пшениці озимої та попередника / Педаш Т.М., Педаш О.О., Горщар О.А. *Захист і карантин рослин.* Вип. 60. 2014. С. 247-251.

42. Драговоз І.В., Пасічник Л.А., Жукова Д.А., Лапа С.В., Крючкова Л.О., Авдєєва Л.В. Антагоністична активність штамів *Bacillus amyloliquefaciens* – перспективних агентів біоконтролю зернових культур. *Мікробіологічний журнал.* 2014. Т. 76, № 5. С. 15-19.