

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.07. – МКР. 216 «С». 2023.02.15 08 ПЗ

РУСИНОЇ ДІАНИ ОЛЕГІВНИ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет (ННІ) захисту рослин, біотехнологій та екології
УДК 606:632.08:635.9

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та
екології
Коломієць Ю.В.

Завідувач кафедри
екобіотехнологій та біорізноманіття
Кваско О.Ю.

«___» _____ 2023 р.

«___» _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «Особливості індукованої стійкості рослин *Triticum aestivum* L. за дії
біопрепарату Азотофіт»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»
(код і назва)
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(назва)
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
д. с.-г. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

Лісовий М.М.
(підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д. с.-г. наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Бородай В.В.
(підпис) (ПІБ)

Виконав
Русна Д.О.
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ-2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОХ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Русної Діани Олегівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Особливості індукованої стійкості рослин
Triticum aestivum L. за дії біопрепарату Азотофіт»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 15.02.2023 р. №216 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1 листопада 2023 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: пшениця озима сорту Богдана;
біопрепарати для захисту рослин пшениці озимої (Азотофіт, Граундфікс).

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Дослідити ботанічні та морфологічні особливості пшениці озимої *T. aestivum*;
2. Проаналізувати ринок біопрепаратів України;
3. Визначити вплив біопрепаратів на ріст та розвиток пшениці озимої;
4. Проаналізувати особливості індукованої стійкості рослин пшениці за дії біопрепаратів Азотофіт.

Дата видачі завдання 1 вересня 2022 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(прізвище та ініціали)

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на тему «Особливості індукованої стійкості рослин *Triticum aestivum* L. за дії біопрепарату Азотофіт» в обсязі сторінок комп'ютерного тексту формату А4, містить 5 таблиць, 140 рисунків, 4 діаграм, 50 використаних джерел, 5 додатків. Робота складається з наступних розділів:

1. Огляд літератури.
2. Матеріали та методи досліджень.
3. Результати досліджень.

Мета роботи: дослідити особливості індукованої стійкості рослин *Triticum aestivum* L. за дії біопрепарату Азотофіт.

Основні завдання, які вирішувалися в процесі досліджень:

1. Проаналізувати літературні джерела щодо біологічних та морфологічних характеристик пшениці озимої.
2. Дослідити вплив біопрепаратів на ріст та розвиток культури *T. aestivum*.
3. Підібрати схему обробки біопрепаратами рослин пшениці озимої для досягнення найкращого і найефективнішого результату.

Предмет дослідження: *Triticum aestivum* L., біопрепарат Азотофіт та Граундфікс.

Об'єкт дослідження: вплив біопрепарату Азотофіт на формування індукованої стійкості рослин *Triticum aestivum* L.

Методи досліджень: експериментальні, статистичні.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1. Ботанічна та морфологічна характеристика пшениці м'якої (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	10
1.2. Поширення корневих гнилей за вирощування культури <i>T. aestivum</i>	16
1.3. Особливості індукованої стійкості у культурі <i>T. aestivum</i>	19
1.4. Застосування біопрепаратів в агроценозах сільськогосподарських культур	21
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
2.1. Обладнання та матеріали лабораторії промислової біотехнології.....	32
2.2. Методика визначення схожості насіння.....	35
2.3. Методика визначення фітотоксичності ґрунту	38
2.4. Методика обліку ураженості пшениці корневими гнилями та визначення біопрепарату Азотофіт	40
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	42
3.1. Визначення ефективних концентрацій Азотофіту для ростостимуляції рослин пшениці	42
3.2. Визначення лабораторної схожості насіння пшениці озимої сорту «Богдана» за дії біопрепаратів Азотофіт та Граундфікс.....	42
3.2.1. Метод «на папері».....	43

3.2.2. Метод «в папері» або метод рулонів	47
3.2.3. Метод визначення схожості насіння на субстраті	50
3.3. Визначення фітотоксичності ґрунтів за вирощування насіння пшениці обробленого препаратами Азотофіт та Граундфікс	57
3.4. Визначення особливостей індукованої стійкості рослин <i>T. aestivum</i> в польових умовах	60
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	66

ДОДАТКИ	71
---------------	----

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України
T. aestivum – *Triticum aestivum* L.

NaClO – гіпохлорит натрію

НУБІП України
 ТМ – торгова марка
 л/га – літр на гектар

т/га – тонна на гектар

НУБІП України
 л/т – літр на тону

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур можна досягнути за рахунок значного збільшення витрат енергії на виробництво.

При цьому найважливішими складовими за такою методу будуть добрива, засоби захисту рослин та сільськогосподарська техніка. Проте внаслідок неправильного використання цих компонентів та недотримання норм може відбутися порушення екологічної рівноваги в агроценозах, що призведе до погіршення якості продукції сільського господарства та негативного балансу поживних речовин у культурах.

Одним з перспективних напрямів, що стрімко розвивається останнім часом, є використання органічних технологій вирощування сільськогосподарських культур, що забезпечує вирощування екологічно чистої продукції, а саме використання біопрепаратів на основі корисних мікроорганізмів з різними механізмами дії. Застосування біопрепаратів у технологіях вирощування рослин сприяє зменшенню кількості мінеральних добрив, підвищенню продуктивності рослин та покращенню якості продукції. Також це призводить до збільшення чисельності корисних мікроорганізмів та їх активності у ризосфері кореневої системи рослин, що в свою чергу поліпшує поживний режим ґрунту та сприяє екологічній рівновазі в агробіоценозах.

В складі біопрепаратів містяться живі бактерії, внаслідок розмноження яких на коренях рослин та у ґрунт покращується ріст та розвиток культури, зростає врожайність та якість зерна.

Однією з головних сільськогосподарських продовольчих культур в Україні є озима пшениця (*Triticum aestivum* L.). При вирощуванні цієї культури продуктивність росту досягається за рахунок належного вмісту азоту в ґрунті, адже недостатня кількість цього компоненту призведе до незбалансованого

забезпечення ним культури. Мікроорганізми мають важливе значення у здійсненні трансформації сполук азоту.

Загалом, сприятливе поєднання життєвих чинників рослин формує екологічну гармонію в агробіоценозах, при тому що її порушення призводить до

погіршення екологічної ситуації в навколишньому середовищі та зменшення врожайності та якості культур, що вирощуються. Тому дуже важливим аспектом

для успішного вирощування сільськогосподарських культур є впровадження агротехнологічних заходів, що будуть спрямовані на збільшення кількості та

активності корисних мікроорганізмів у кореневій системі рослин *Triticum aestivum* L.

Мета роботи: дослідити особливості індукованої стійкості рослин *Triticum aestivum* L. за дії біопрепарату Азотофіт.

Предмет дослідження: *Triticum aestivum* L.

Об'єкт дослідження: вплив біопрепарату Азотофіт на формування індукованої стійкості рослин *Triticum aestivum* L.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ботанічна та морфологічна характеристика пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.)

Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) є одним з найрозповсюдженіших видом зернових злаків, який вирощується майже на всіх континентах: Європі, Азії, Австралії, Індії, Південній та Північній частинах Америки (Рис. 1.1).



Рис 1.1. Пшениця м'яка озима [28]

T. aestivum є однорічною озимого або трав'янистою ярою рослиною з добре розвинутою, розгалуженою мичкуватою кореневою системою (Рис. 1.2). Корінь пшениці проникає на глибину 1-1,5 м або більше в ґрунт, але основна частина коріння знаходиться в орному шарі. Зародкові корені починають розвиток з зародку насінини, утворюючи первинну кореневу систему. В подальшому відбувається поява стеблових або вузлових коренів з підземних стеблових вузлів, формуючи основну частину кореневої системи рослини [43].



Рис 1.2. Ботанічні особливості *Triticum aestivum* L. [28]

Стебло пшениці м'якої представлене прямою соломиною, довжиною від 60 до 125 см, в залежності від сорту. Воно складається з 4-7 міжвузлів і є порожнистим під колосом. *T. aestivum* є рослиною з підвищеною кущистістю, причому утворюючи від 3 до 5 стебел від одного кореня [38]. Ріст пшениці починається з зародкового стебла з часу проростання насінини. Ріст у висоту забезпечується поділом клітин біля вузлів за рахунок видовження та потовщення міжвузлів, кожен з яких є довшим за попередній. В середині листкової труби стебло одночасно проростає верхівкою. Ріст стебла припиняється після закінчення цвітіння пшениці.

Листя пшениці м'якої є майже голим довжиною від 15 до 25 см та шириною приблизно 1-2 см. Воно складається з листкової пластинки та піхви, що щільно охоплює стебло [9]. У місці, де листкова піхва переходить у пластинку, знаходиться захисний елемент, язичок, який утримує вологу, запобігає потраплянню пилу та інших дрібних частинок. З боків цього елемента

розташовані невеликі виступи – вушка. За наявності цих елементів пшеницю відрізняють від інших злакових до появи суцвіття. При рості пшениці м'якою спочатку утворюються прикореневі листки, які утворюються з підземних вузлів.

Наступними розвиваються стеблові листки, які формуються з надземних листків.

Листя виконує важливі функції для функціонування рослини, а саме забезпечення процесу фотосинтезу, газообміну та транспірації. Листки пшениці також забезпечують накопичення та зберігання поживних речовин [9].

Суцвіття пшениці м'якої – складний колос від 8 до 10 см і більше з циліндричною формою, що має однакові ширину уздовж колоса. Колос є веретеноподібним або призматичним, рідше булавоподібним [48].

Веретеноподібний тип колосу забезпечується його звуженням до верхівки і в меншій мірі до основи, булавоподібний – потовщенням колосу до верхівки.

Суцвіття утворене 15-25 колосками, з яких 5 є квітковими (2-3 нижні квітки утворюють зерно). В залежності від кількості колосків на 10 см стрижня розрізняють: нещільний колос – 16 колосків, середньощільний – від 17 до 22 колосків, щільний – від 23 до 28 колосків, дуже щільний – понад 28 колосків.

Щільність колоса також можна визначити за кількість колосків на 1 см стрижня та за середньою довжиною членика.

У пшениці плід представлений зернівкою, що вкрита зверху плодовою і насінною оболонками [1]. Зерно є довжиною від 4 до 11 мм та має овальну, бочковидну, яйцевидну форму. Колос містить від 30 до 35 зерен, середня маса одного становить 1-1,5 г, рідше від 2,5 до 4 г. Зародок знаходиться в нижній частині зерна під оболонками та становить 1,5-3% від загальної маси зернівки. Зародок є округлим та увігнутим.

Розвиток культури залежить від багатьох факторів. Так, на ріст кореневої системи та стебла можуть впливати вологість ґрунту, біологічні особливості сорту, температура та родючість ґрунту. Оптимальна вологість ґрунту для росту

пшениці м'якої становить від 60 до 70% від повної вологості. За меншої вологості коріння проникає на більшу глибину, якщо ж навпаки ґрунт буде перезволожений, то коренева система розвиватиметься слабше і лише на поверхневих шарах. В залежності від температури буде відбуватись розвиток кореневої системи – при зниженні, та надземні органи – при підвищенні температури. При рості на родючих ґрунтах, буде більш розвинута коренева система в порівнянні з ростом надземних органів. Використання добрив також впливає на розвиток рослини: азотні добрива забезпечують кращий ріст надземних частин пшениці, а фосфорні та іноді калійні, в свою чергу, коріння

[38]

Пшеницю поділяють на різновидності за такими ознаками, як забарвлення та опушення колосу, наявності або відсутності остюків та їх забарвленням, забарвленням зернівок. Найбільш поширені різновидності пшениці м'якої наведено у Таблиці 1.1 [49].

Таблиця. 1.1. Характеристика найпоширеніших різновидностей Т. Aestivum [49]

		Ознаки колоса		Забарвлення	
Різновидність	Остистість	Опушеність	Забарвлення	остюків	зерна
Erythrospermum Korn	Остистий	Неопушений	Біле	Біле	Червоне

<p>НУБІГІ Fertigenium Al.</p>	<p>Г</p> <p>Остистий</p>	<p>У</p> <p>Неопушений</p>	<p>К</p> <p>Червоне</p>	<p>В</p> <p>Червоне</p>	<p>І</p> <p>Червоне</p>	<p>Н</p> <p>Червоне</p>
<p>НУБІГІ Hostianum Clem.</p>	<p>Г</p> <p>Остистий</p>	<p>У</p> <p>Опушений</p>	<p>К</p> <p>Біле</p>	<p>В</p> <p>Біле</p>	<p>І</p> <p>Біле</p>	<p>Н</p> <p>Червоне</p>
<p>НУБІГІ Barbarossa Al.</p>	<p>Г</p> <p>Остистий</p>	<p>У</p> <p>Опушений</p>	<p>К</p> <p>Червоне</p>	<p>В</p> <p>Червоне</p>	<p>І</p> <p>Червоне</p>	<p>Н</p> <p>Червоне</p>
<p>НУБІГІ Suberythrospermum</p>	<p>Г</p> <p>Напівостистий</p>	<p>У</p> <p>Неопушений</p>	<p>К</p> <p>Біле</p>	<p>В</p> <p>Біле</p>	<p>І</p> <p>Біле</p>	<p>Н</p> <p>Червоне</p>
<p>НУБІГІ Albidum Al.</p>	<p>Г</p> <p>Безостистий</p>	<p>У</p> <p>Неопушений</p>	<p>К</p> <p>Біле</p>	<p>В</p> <p>Біле</p>	<p>І</p> <p>-</p>	<p>Н</p> <p>Червоне</p>
<p>НУБІГІ Lutescens Al.</p>	<p>Г</p> <p>Безостистий</p>	<p>У</p> <p>Неопушений</p>	<p>К</p> <p>Біле</p>	<p>В</p> <p>Біле</p>	<p>І</p> <p>-</p>	<p>Н</p> <p>Червоне</p>
<p>НУБІГІ Miltium Al.</p>	<p>Г</p> <p>Безостистий</p>	<p>У</p> <p>Неопушений</p>	<p>К</p> <p>Червон</p>	<p>В</p> <p>Червон</p>	<p>І</p> <p>Червон</p>	<p>Н</p> <p>Червон</p>

НУБІГІ УКРАЇНИ

НУБІГ Velutinum Schubl.	Безостий	Опушений	Біле	Червоне
НУБІГ Pyrothrix Al.	Безостий	Опушений	Червоне	Червоне
НУБІГ Nigriaristatum Elak.)	Остий	Неопушений	Біле	Червоне

У Україні рекомендуються близько 70 сортів пшениці, при цьому близько 80% з них є озимими, а лише 20% - ярими. До найбільш якісних сортів озимої м'якої пшениці входять такі: Альбатрос одеський, Вимпел одеський, Красуня одеська, Безоста 1, Дончанка 3, Київська остиста, Київська 8, Лада одеська, Леля, Тіра, Миронівська остиста, Обрій, Одеська 133, Одеська 162, Ростовчанка 2, Скіф'янка, Юна та інші. Серед сортів ярої м'якої пшениці виділяються Воронежська 6, Дніпрянка, Луганська 4.

Пшениця сорту «Богдана» належить до озимого типу розвитку. Культура належить до рослин середньої висоти, має напівпрямостоячий кущ [47].

Соломина слабо вкрита помірним восковим покриттям на верхньому міжвузлі та має слабе опушення на опуклій поверхні верхнього вузла. Колос має білий або соломяно-жовтий колір, пірамідальну форму та є довгим, нещільним, з помірним восковим налітом та наявністю зубців. Зерно має червоне забарвлення, середнє за довжиною та шириною (Рис. 1.3).



Рис 1.3. Пшениця озима сорту «Богдана» [47]

1.2. Поширення корневих гнилей за вирощування культури *T. aestivum*

Хвороби, які вражають на ріст та розвиток культури пшениці озимої, можна умовно класифікувати на три категорії [30,21]:

- Ті, що впливають на кореневу систему рослини (кореневі гнилі);
- Ті, які вражають листя та стебла (септоріоз, бура і жовта іржа, піренофороз, борошниста роса)
- Хвороби, пов'язані з ураженням колоса (летюча сажка, фузаріоз колоса, септоріоз)

Однією з хвороб, які вражають пшеницю є фузаріоз, що викликаний грибами роду *Fusarium*. Основним джерелом інфекції є уражене насіння та залишки рослин на полі.

Гриби роду *Fusarium* поширюються кондіями та аскоспорами, тип поширення яких – вітром або дощем. Після зараження культури спостерігається суттєва втрата врожаю та погіршення його якості. Продукція при цьому є непридатною для споживання через мікотоксини, які виділяються грибною [34].

Симптоми ураження фузаріозом проявляються, починаючи з фази колосіння до моменту збирання врожаю. При цьому на незрілих колосках та їх

окремих частинах помітно виявляється світле пожовтіння на фоні загального зеленого фону рослини. Місця змикання лусочок на окремих колосках чи на всьому колосі можуть утворювати міцелій у вигляді пурпурних подушечок, що поступово затушовуються. При сприятливих умовах, коли вологість повітря становить понад 75% та температура вище 20-25 °С, може з'явитися наліт на поверхні, який матиме різні відтінки від білого до жовто-рожевого. Під кінець вегетаційного періоду на колосі формуються чорні плями.

Заражений колос призводить до зараження зерна, що залежить від типу патогону і часу, коли спори гриба потрапили в тканини.

Ознаки фузаріозу також включають змриеність та наявність глибокої борозни зерна, павутиноподібний нальот міцелію на поверхні, пухкий та тендітний ендосперм з борошнистою консистенцією, безжиттєздатний зародок з чорною серединою (Рис. 1.4).



Рис 1.4. Насіння пшениці, уражене фузаріозом (зліва) та здорове насіння (справа) [34]

Кореневі гнілі є хворобами кореневої системи культури, що викликані одним видом або комплексом видів напівпаразитичних грибів (*Pseudocercospora*, *Fusarium* та інші) [42]. Хвороба проявляється з побуріння кореню, підземного міжвузля, вузла кущіння, основи стебла та основи нижніх листків. При ураженні

корінь і підземне міквуздя стають крихкими та обламуються при висмикуванні рослини з ґрунту, вузли кушіння втрачають свою міцність і стають трухливими.

Поява захворювання впливає на стан рослини протягом всієї вегетації, при цьому спричиняючи загибель сходів, відставання в рості та остаточне відмирання

продуктивних стебел. Кореневі гнилі пшениці призводять до втрати кількості врожаю та погіршення якості зерна [37,21]

Найчастіше коренева гниль викликана грибами роду *Fusarium* (Рис. 1.5).

При достатньому забезпеченні вологою (60-80% повної вологості ґрунту)

культура є менш схильна до захворювання. В протилежному випадку, коли ґрунт недостатньо забезпечений вологою або ж виникають різкі зміни його вологості, при інших несприятливих умовах, за яких стан рослини погіршується, спостерігається значне поширення корневих гнилей. При ураженні від 5 до 10%

рослин пшениці озимої втрати врожаю можуть становити від 3,5 до 7% [44].



Рис 1.5. Поширення кореневої гнилі [42]

1.3. Особливості індукованої стійкості у культурі *T. aestivum*

Індукована стійкість – це спосіб, яким рослина чи організм реагують на атаку шкідливих чинників чи патогенів, активуючи власну систему захисту [50].

Вона може включати синтез фітогормонів, виробництво специфічних фітотоксинів, активацію внутрішніх генетичних механізмів та інше. Індукована стійкість дозволяє рослинам чи організмам більш ефективно протистояти нападам шкідливих організмів.

Індукована стійкість є важливою частиною рослинного та тваринного захисту від хвороб і шкідливих організмів [27]. Тому важливо досліджувати цей механізм для розвитку сільськогосподарських наук.

Здатність рослини запобігати проникненню патогенів всередину тканин залежить від анатомічних, фізіологічних та біохімічних бар'єрів [19]. У насінні пшениці містяться жовті пігменти, які відносяться до флавоноїдних глікозидів, що вимиваються водою, при цьому утворюючи бактерицидну зону навколо проростаючої насінини. Клітини чохлака, які оточують коріння, захищають його від ушкоджень під час проростання у ґрунті. Якщо поряд з корінням є грибковий міцелій, то клітини чохлака виокремлюються, утворюючи бар'єр для міцелію. З часом захисна оболонка клітин чохлака лізується, а їх вміст потрапляє на міцелій, що призводить до його лізису.

У формуванні механічних бар'єрів важливу роль відіграють речовини, які мають стійкість до впливу мікроорганізмів – лігнін і суберин. Після початку виникнення інфекційного процесу в тканинах рослин посилюється синтез розчинних фенольних сполук (хлорогеннова та кофеїнова кислоти, танін), що має інгібуючий вплив на патогенну мікрофлору.

Рослини продукують принаймні десять різних класів біохімічних сполук, які беруть участь у реакціях, спрямованих на формування індукованої стійкості

[1]. Стійкість сортів пшениці до корневих гнилей, викликаних фузаріозом, прямо опосередковано корелює з кількістю флавоноїдних сполук у корінні.

Стійкість рослин до патогенного організму, який живиться за рахунок вмісту клітини, часто проявляється у реакціях надчутливості, що зумовлено накопиченням індукованих інгібіторів, що спричиняють некроз клітини та пришвидшують відмирання тканини, яка ізольована патоген [27]. **Помилка! Источник ссылки не найден.**

Тобто, інфікування рослинних культур супроводжується зміною багатьох біохімічних параметрів метаболізму, що пов'язано безпосередньо з активацією різних сигнальних систем, які використовуються для впровадження захисних реакцій [7]. Під впливом сигнальних систем молекул у клітинах запускається ланцюг біохімічних реакцій, який сприяє формуванню стійкості рослин до різних стресових впливів, включаючи атаку фітопатогенів.

Одним з важливих захисних механізмів у злакових культурах проти фузаріозу є збільшення кількості білків (інгібітори протеаз), які нейтралізують ферменти, що виділяються патогеном.

Однією з ознак участі білків у реакціях рослин на ураження *Fusarium graminearum* є зміна їх рівня або активності. Під час досліджень науковцями було виявлено, що лектинова активність у тканинах надземної частини проростків контрольних рослин збільшувалась у стійких генотипів протягом трьох днів проростання, проте потім знижувалась. У тканинах коріння, при цьому, незалежно від стійкості генотипу активність лектинів в основному зменшувалась при інфікуванні рослин, як виняток були 6 та 7 день проростання у стійких генотипів.

Важливу роль у захисних реакціях відіграють бета-лектини, які тісно пов'язані з клітинними стінками. Вони відіграють ключову роль у першій стадії

взаємодії між рослиною, патогеном та міжклітинним розпізнаванням патогена за сигнальними молекулами, що сприймаються рослинами.

До сполук, що важливі для виконання захисних реакцій у рослинах, відносять фенольні, особливо ФАЛ (фенілаланінаміахіаза), що бере участь у формуванні попередників саліцилової кислоти, мономерів лігніну, фітоалексинів, які зміцнюють механічні бар'єри клітини.

Стійкість до основних біотичних та абіотичних факторів є однією з основних вимог, які пред'являють до сучасних сортів сільськогосподарських культур та технологій їх вирощування. Для досягнення стабільного результату в мінливих умовах середовища важливо не тільки правильно обрати сорт, а також застосувати методи обробітку, які здатні максимально мобілізувати потенційні захисні можливості рослини.

1.4. Застосування біопрепаратів в агроценозах сільськогосподарських культур

Біопрепарати є засобами захисту рослин від шкідників у сільському господарстві. Вони є спеціальними препаратами природного походження, які здійснюють вплив на припинення росту або повної загибелі шкідливих для рослин чинників, таких як комахи, бур'яни, кищі або хвороби рослин, які спричинені дією бактерій, грибів і інших рослин [41].

Біопрепарати є безпечними для людей і тварин, тому нині є широко розповсюдженим методом захисту рослин та з часом може замінити хімічний метод. Використання такого методу захисту не спричиняє забруднення навколишнього середовища, зручне для масового виробництва, при цьому агенти, які використовують для розробки препаратів, є невичерпними та проявляють високу селективність (Рис. 1.6) [8].



Рис 1.6. Біопрепарати ТМ «Жива Земля» [24]

Застосування біопрепаратів є екологічно безпечною формою та має пріоритет в довготривалій боротьбі з шкідниками рослин.

В залежності від природи діючої речовини біопрепарати поділяють на [32]:

бактеріальні – препарати, що виробляються на основі рідкоманітних видів бактерій та застосовуються для боротьби з гризунами та шкідливими організмами, на основі бактерій-антагоністів – проти фітопатогенів;

вірусні – препарати, що формуються на основі ентомопатогенних вірусів та є високоспецифічними, що обумовлює переважно дію на одного шкідника;

грибні – біопрепарати на основі грибів-ентомопатогенів, що мають широкий спектр дії проти мікробів-антагоністів, шкідників та гіперпаразитів.

За метою використання біопрепарати поділяють на наступні види:

біологічні фунгіциди;

біологічні інсектициди;

біологічні деструктори рослинних решток;

біологічні інсектициди та акарициди;

біодобрива

Біофунгіциди є препаратами на основі живих організмів та продуктів їх життєдіяльності, які застосовуються під час вегетації рослин для захисту від хвороб, що спричинені грибними та бактеріальними збудниками. Біофунгіцидам властивий широкий спектр дії, що забезпечує їх використання проти багатьох хвороб, таких як пліснявіння насіння, фітофтороз, бактеріоз, різні види гнилей тощо. До найпоширеніших біологічних фунгіцидів належать Триходермін, Фітодоктор, Гаупсин та інші (Рис. 1.7).



Фітодоктор

Триходермін (Viridin)

Гаупсин FORTE

Рис 1.7. Біофунгіциди ТМ «Ензим Агро» [44]

Переваги застосування такого виду біопрепарату полягають в тому, що фунгіциди захищають рослину протягом всього періоду вегетації культури, мають високу активність проти значного діапазону хвороб, підвищують енергію проростання насіння, забезпечують активізацію процесів розвитку рослини та подовжують термін зберігання продукції. Використання такого типу біологічних препаратів суттєво зменшує витрати на виробництво, оскільки дозволяє відмовитися від використання дорогих хімічних засобів захисту рослин [44].

Біологічні інкулянти відносять до біопрепаратів, які зміцнюють життєдіяльність та стан культури за рахунок використання у їх складі живих культур корисних мікроорганізмів. Вони призначені для передпосівного обробітку насіння різних видів сільськогосподарських культур: бобових, зернових та технічних. Перевагами застосування біологічних інкулянтів є те, що

вони здатні забезпечити підвищення стійкості рослини до дії стресових факторів, до хвороб, які викликані негативними чинниками, відновлювати та підвищувати родючість ґрунтів, поліпшувати якість продукції, що вирощується, тощо [15]. Найбільш відомий та поширений у світі препарат серед біоінокулянтів є інокулянт для сої (Рис. 1.8).



Рис 1.8. Біоінокулянт ТМ «Жива Земля» [24]

Біологічними інсектицидами є препарати, що мають широкий спектр дії для боротьби з багатьма шкідниками, серед яких колорадський жук, яблунева плодожерка, капустяна совка та інші. Біологічні акарациди, в свою чергу, призначені для захисту рослин від кліщів. Вони засновані на вузькоспеціалізованих мікроорганізмах і продуктах їх життєдіяльності (специфічні біотоксини направленої дії). Біоінсектициди та акарациди є препаратами, що не викликають резистентності у шкідників, за рахунок чого їх можна застосовувати довготривало, без збільшення дози діючої речовини [46]. До цього типу біопрепаратів належать Актарофіт та Ентоцид (Рис. 1.9).



Рис 1.9. Біопрепарати інсектицидної дії різних торгових марок [24,44]

До біологічних деструкторів відносять препарати, які забезпечують якнайскорший процес розкладання рослинних решток у ґрунті, пригнічення розмноження шкідливих мікроорганізмів та сприяння оздоровленню ґрунту. Найпоширенішими є деструктори біологічного походження, такі як Екостерн або Органік-баланс (Рис. 1.10).



Рис 1.10. Біодеструктори різних ТМ [24,44]

Біологічні добрива виробляють на основі специфічних видів мікроорганізмів ґрунту, які разом з виробленими ними активними біологічними сполуками використовуються для надання рослинам доступних форм азоту, фосфору та калію. Крім того, вони стимулюють ріст та розвиток рослин, сприяють підвищенню врожайності та поліпшенню якості продукції.

Для масового виробництва біопрепаратів найчастіше застосовують такі види мікроорганізмів, як *Erwinia*, *Bacillus* (Фітоцид, Біокомплекс-БТУ, Біотоксибацилін-БТУ, Лепідоцид-БТУ), *Pseudomonas* (Гаупсин, Планриз), *Streptomyces* (Аверком, Казумін), *Azotobacter* (Азотофіт, Біогран) та гриби роду *Trichoderma* (Мікохелп, Мікофренд, Трихофіт) [29].

Азотофіт-р [39] є біоактиватором росту та розвитку рослинних культур, що містить як діючий компонент клітини бактерії *Azotobacter chroococcum* в кількості $1 \cdot 10^9$ КУО/см³, а також включає мікро- та макроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності цих бактерій, такі як ферменти, амінокислоти, вітаміни, фітогормони та речовини, що мають фунгіцидну дію (Рис.1.11). Препарат володіє здатністю фіксувати молекулярний атмосферний азот, перетворюючи його в доступну культурі форму, забезпечує синтез ростостимулюючих речовин, таких як нікотинова, пантотенова кислоти, біотин тощо.



Рис 1.11. Біопрепарат Азотофіт® [24]

До особливостей дії Азотофіту можна також віднести виділення фунгіцидних речовин, що забезпечують пригнічення росту фітопатогенної мікрофлори, а також утворення метаболітів, які розчиняють важкорозчинні фосфати ґрунту (Рис. 1.12) [25]. Біоактиватор призначають для передпосівної

обробки насіння, для підживлення кореневої системи культури, для прискорення і продовження процесу цвітіння, а також для покращення фотосинтезу за рахунок покращення азоту з атмосфери [18]. Окрім того використання Азотофіту забезпечить покращення імунітету та стійкості рослин до стресових факторів.



Рис 1.12. Шляхи впливу Азотофіту на агроценоз [39]

Мікроорганізми *Azotobacter chroococcum*, на основі яких виробляють препарат, продукують гормони, які впливають на ріст та розвиток культури:

- ауксини - накопичуються в активно ростучих ділянках рослин і сприяють подальшому надходженню поживних речовин і води в них, сприяють поділу клітин та формуванню коренів, особливо бічних;

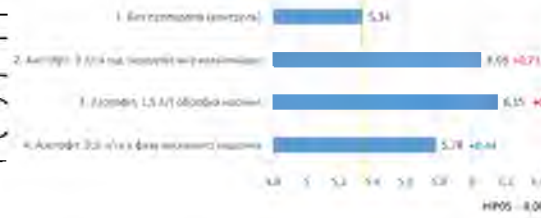
- гібереліни - впливають на ріст і розвиток рослин, сприяють проростанню насіння та цвітінню, формуванню плодів та насіння, затримують процес старіння листків;

- цитокініни - здійснюють вплив на поділ клітин, формування структури пагонів і коренів, дозрівання хлоропластів, прямий ріст клітин, виникнення додаткових бруньок. Крім того, беруть участь у контролі обміну речовин.

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція досліджувала вплив Азотофіту на ріст, розвиток та урожайність *T. aestivum* сорту

Богдана за різних способів внесення (Рис. 1.13). Для цього було використано ділянку з чорноземом, який був слабоопідзоленим, середньосуглишковим, середньопотужним та малогумусним. Насіння перед висівом протрунували за допоомгою Ультрасилу Дуо 0,5 л/т та Екзором 0,5 л/т.

НУБІП



НИ

Рис. 1.13. Вплив Азотوفіту на ріст, розвиток та урожайність пшениці

озимої [39]

Найкращий результат показав варіант з 1,5 л/га Азотوفіту для обробки насіння.

Граундфікс є біологічним добривом, що використовують для фіксації азоту та для РК-мобілізації [40]. Препарат містить групу спор і живих клітин природних мікроорганізмів, які мають здатність мобілізувати фосфор і калій, а також фіксувати азот, включаючи бактерії з фунгіцидною активністю. До складу препарату входять клітини таких мікроорганізмів: *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter*, *Raebacillus* ролутука. Загальне число життєздатних клітин складає $0,5-1,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ (Рис. 1.14).

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ



Рис. 1.14. Біопрепарат Граундфікс® [40]

Граундфікс забезпечує підвищення врожайності до 25% та засвоєння азотних добрив на 20-30%, за рахунок чого є можливим зменшення норми внесення, збільшує рухомість фосфору та доступність з ґрунту та мінеральних добрив калію та покращує фітосанітарний стан ґрунту (Таблиця 1.2). Середній приріст врожайності з гектару при використанні Граундфіксу становить 0,52 т/га.

Табл. 1.2. Дослідження ефективності Граундфіксу на пшениці озимій [40]

Рік	Господарство	Спосіб внесення	Норма, л/га	Урожайність, т/га		Приріст, т/га
				Дослід	Контроль	
2017	УЛФ, ПрАТ «Райз- Максимко»	Основний обробіток ґрунту + Граундфікс	1,5 +3,0	6,21	4,75	+1,46
2018	ЕПЦЕНТР, СТОВ «Бужанське»	Весняне підживлення	3,0	5,30	5,11	+0,19
2018	ЕПЦЕНТР, ТОВ	Внесено під попередник	5,0	5,87	5,58	+0,29

2019	ТОВ «Агрополіс»	Під передпосівну культивуацію	5,0	5,19	4,16	+1,03
2019	Агрохолдинг Чернігівська обл.	Весняне підживлення	3,0	6,7	6,17	+0,53
2019	ФГ «Бутенко»	Основний обробіток ґрунту	3,0	6,5	6,1	+0,4
2021	Чернігівська обл.	Весняне підживлення	5,0	5,47	6,19	+0,72

Особливість дії Граундфіксу полягає в тому, що бактерії, що містяться в його складі, продукують карбонові, амінокислоти, поліпептиди, полісахариди, антибіотики, ферменти та фітогормони. Завдяки утворенню цих сполук відбувається:

вивільнення фосфору, що знаходиться у кристалічній структурі вторинних мінералів, таких як гідроксиди кремнію, заліза, алюмінію та марганцю;

переведення у розчинну форму фосфатів кальцію;

вивільнення з мінералів калію;

фіксування атмосферного азоту та перетворення його у доступну для рослинних культур форму;

• вивільнення фосфору з фосфатів алюмінію і заліза;

• збільшення рухомості і доступності рослинам кремнію;
 • розкладання ароматичних сполук, що містять хлор, включаючи залишки пестицидів, за допомогою біологічних процесів;

покращення структури ґрунту та забезпечення його вологою.

Використання біопрепаратів "Граундфікс®" та "Азотопт-р®" на різних етапах росту рослин сприятиме максимізації використання природного потенціалу рослин [23].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Обладнання та матеріали лабораторії промислової біотехнології

Лабораторія промислової біотехнології є спеціалізованим приміщенням, де здійснюються дослідження та виробничі процеси, пов'язані з використанням біологічних систем та організмів для розробки продуктів та технологій, призначених для промислового використання [11]. У цій лабораторії працюють фахівці з біотехнології, мікробіології, генетики та інших відповідних галузей для розробки та вдосконалення процесів виробництва, що базуються на живих організмах та їх компонентах.

У лабораторії доступні класичні та сучасні методи промислової біотехнології, такі як отримання чистих та накопичувальних культур, культивування аеробних та анаеробних мікроорганізмів, вивчення культуральних та фізіолого-біохімічних властивостей мікроорганізмів, що виробляють промислово важливі речовини, а також аналіз особливостей їх росту в умовах періодичної та безперервної культури. Лабораторія проводить комплексні дослідження з біосинтезу важливих метаболітів, таких як амінокислоти, органічні кислоти, ферменти, екзополісахариди, лектини, поверхнево-активні речовини, вітаміни, стимулятори росту та гормони [11].

Лабораторія повинна бути відділена від інших підрозділів та включати такі приміщення [13]:

Кімнату для миття посуду, що містить раковину з матеріалу, що буде стійким до кислот, дистильатором та стелажами для сушіння посуду.

Кімнату для приготування поживних середовищ для культивування мікроорганізмів, яка буде забезпечена рН-метром, холодильними камерами, лабораторними столами, шафами для зберігання посуду, технічними та

аналітичними вагами, а також компонентами для приготування живильних середовищ.

Приміщення для проведення стерилізації поживних середовищ, інструментів, посуду. Воно повинно містити автоклави класу В, сушильну шафу з режимом роботи 160-180°C (Рис. 2.1)



Рис. 2.1. Автоклав та сушильна шафа в лабораторії промислової біотехнології НУБіП України

1. Приміщення (бокси або операційні кімнати), що буде стерильним та асептичним для проведення роботи з чистими, накопичувальними культурами, для культивування мікроорганізмів. Таке приміщення повинно бути забезпечене ламінар-боксами (Рис. 2.2).



Рис. 2.2. Ламінарний бокс лабораторії промислової біотехнології НУБіП України

2. Приміщення, де будуть зберігати чисті культури мікроорганізмів-продуцентів, що буде містити термостати та холодильні камери, де можливим буде регулювати температурні умови.

3. Кімнату, яка буде містити таке обладнання, як термостат, фотоелектроколориметр, водяну баню, електричні шейкери, центрифуги та мікроскопи з освітлювачами.

4. Робочі місця повинні бути оснащені штативами для пробірок та бактеріальних петель, підставкою для інструментів, газовими пальниками та дезінфікуючим розчином (Рис. 2.2):



Рис. 2.3. Інвентар, необхідний для проведення лабораторних робіт [14]

В лабораторії промислової біотехнології повинно бути обладнання для роботи з мікроорганізмами:

- скляні та металеві шпательі;
- ножиці, пінцети, скальпелі, шприци;
- бактеріологічні голки та петлі (Рис. 2.3);
- ємності з дезінфікуючими розчинами;
- газові або спиртові пальники;
- смплери;
- набір стерильного посуду;
- набір реактивів та фарб, пристрої для фарбування препаратів;
- предметні та покривні скельця;
- штативи для пробірок;
- прибори для фільтрування.

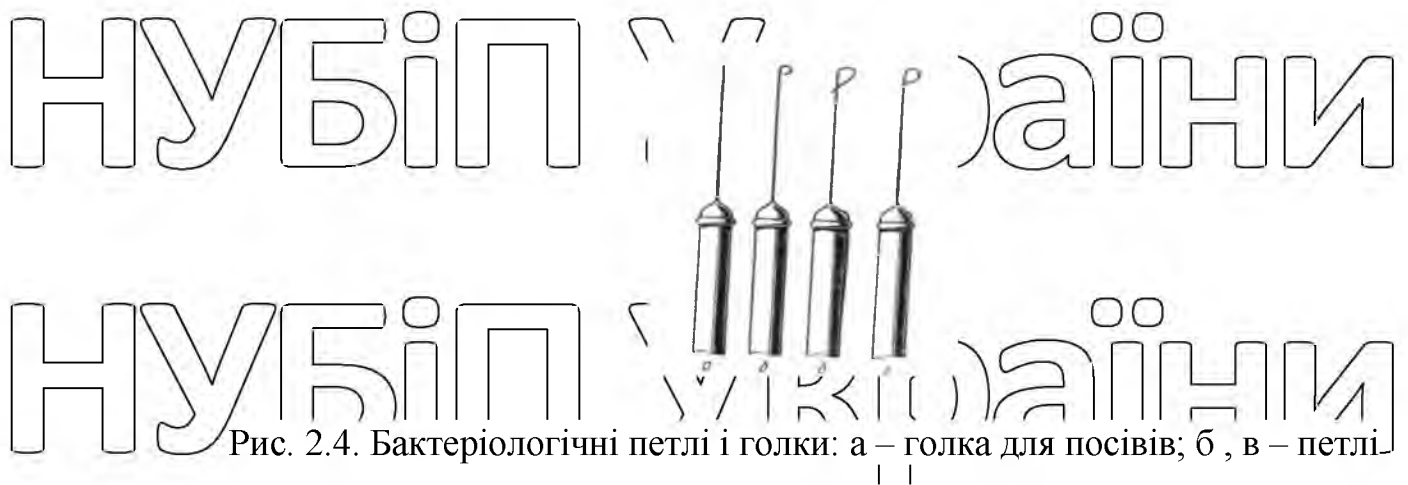


Рис. 2.4. Бактеріологічні петлі і голки: а – голка для посівів; б, в – петлі виконані неправильно; г – петля виконана правильно [14]

2.2. Методика визначення схожості насіння

Схожість є критичним показником для оцінки якості посівного матеріалу, оскільки вона визначає його спроможність до нормального проростання в умовах поля. Вона також впливає на формування оптимальної густоти рослин і, в кінцевому підсумку, на врожайність [26].

Для визначення лабораторної схожості проводять пророщування насіння протягом певного періоду та за визначених умов, які регулюються державними стандартами для кожної культури. Ураховуються такі чинники, як тип субстрату (пісок або фільтрувальний папір), температура, світло чи темрява тощо. При ідеальних умовах для проростання, показники лабораторної схожості є досить високими. Наприклад, для пшениці, при якісній підготовці насіння, цей показник становить 95-98% від загальної кількості насінин [31, 16].

Для проведення визначення схожості насіння використовують насіння основної культури, що було виділено під час визначення чистоти. З метою аналізування з кожного повтору відбирають випадковим чином по 20 насінин. Вибране насіння рівномірно розміщують на вологому субстраті [35].

Визначення чистоти насіння проводять наступним чином: на гладку поверхню висипають середню пробу, перемішують ретельно та оцінюють стан насіння за допомогою візуального методу (забарвлення, запах, блиск, наявність плісняви та інші органолептичні показники). Після перемішування насіння, за допомогою совочка в руці в шаховому порядку відбирають невеликі порції зразків по товщині всього шару. Робочу пробу розділяють і просіюють на ситах, після чого насіння розділяють на насіння основної культури і відходи. До насіння основної культури належить: обрублені насінини, непошкоджене насіння, зернівки злакових культур з квітковими лусками, насіння, яке в результаті механічного пошкодження втратило менше ніж половину свого розміру, насіння з мікротравмами.

Під час визначення схожості насіння застосовують фільтрувальний папір та пісок чи ґрунт.

При використанні фільтрувального паперу, як субстрату, схожість визначають за двома варіантами: у папері та на папері (Рис. 2.4). Папір

зволожують, занурюючи у воду, після чого надлишок води повинен стекти. Під час проведення аналізу на папері насіння розміщують на одному або декількох шарах зволоженого паперу, що укладений в чашки Петрі, які накриті накривками. При аналізуванні в фільтрувальному папері насіння розкладають між двома шарами зволоженого паперу, який скручується у рулон та вкладається вертикально у воду, при цьому насіння буде розміщене зародками донизу.



Рис. 2.5. Методи визначення схожості насіння [31]

При використанні піску чи ґрунту для вирощування насіння аналізування проводять двома методами: на субстраті і в субстраті. При застосуванні першого типу насіння поміщають у поверхню субстрату на товщину насінини, другого – розкладене насіння покривають шаром субстрату товщиною до 2 см. В обох випадках субстрат необхідно зволожити приблизно до 60% від його повної вологомісткості.

Облік проводять через тиждень після проростання. При цьому враховують пророслі нормальні насінини, також насінини, які мають чітко виражені ознаки аномалій або ж пошкоджені насінини [6, 50].

До нормально розвинених проростків відносять ті, у яких вандливі структури (такі як корінці підсім'ядольного та надсім'ядольного колін, срунечка, сім'ядолі, колеоптіль) гарно і пропорційно сформовані, цілі та здорові. Також до них можна віднести проростки з невеликими дефектами цих структур, які не

впливають на нормальний розвиток проростка. Окрім цього, сюди включаються нормально розвинені проростки, які мають ознаки поверхневої інфекції, набутої від сусідніх заражених насінин.

2.3. Методика визначення фітотоксичності ґрунту

Використання біопрепаратів при обробці насіння є одним з цінних методів, який спрямований на підвищення схожості насіння та отримання ранніх сходів, що підтверджено позитивними результатами під час досліджень на сільськогосподарських культурах.

Ґрунти як складова навколишнього середовища відображає тривалість і інтенсивність надходження та накопичення в них забруднюючих речовин. Вони відіграє важливу роль в екологічних системах та є багатофункціональними.

Забруднення ґрунту може призвести до погіршення умов для проростання насіння, проникнення коренів у ґрунт, сповільнення їх росту та росту пагонів.

Для визначення змін, що спричиняються таким забрудненням, використовують різноманітні методи біотестування, одним з яких є визначення фітотоксичності ґрунту.

Фітотоксичність ґрунту – це властивість ґрунту пригнічувати ріст та розвиток рослин. Зменшення кількості проростків в забрудненому в ґрунті буде меншою в порівнянні з контролем, що свідчить про те, що ґрунт, який досліджували втратив здатність до самоочищення та знизив продуктивність [36].

Показниками для оцінки якості вивченого середовища є довжина коренів рослини та висота її надземної частини (стебла).

Для визначення фітотоксичності ґрунту необхідно обрати декілька зразків ґрунту.

Для проведення дослідження необхідно в чисті посудини (чашки Петрі) внести по 150–200 г різних зразків ґрунту та висадити по 20 насінин культури. Насіння необхідно перед початком роботи витримати у дистильованій воді протягом 2,5–3 годин.

Протягом всього експерименту необхідно підтримувати сталу вологість вивчених ґрунтових зразків. Результати досліджень оцінити після тижня пророщення.

Під час дослідження необхідно враховувати такі показники: час проростання насіння, загальна кількість пророслих насінин, висота стебелів на першому та другому тижні експерименту. Протягом усього експерименту слід спостерігати та реєструвати зміни у розвитку рослин на різних стадіях їхнього росту.

Фітотоксичний вплив визначається у відсотках за будь-яким параметром, що досліджується: маса рослини, довжина кореневої або стеблової системи, кількість пригнічених рослин тощо.

Показник фітотоксичності обчислюють за формулою:

$$\Phi = \frac{B_0 - B_x}{B_0} \cdot 100\%$$

де B_0 – значення біопараметра, що досліджувався, у посудині з контрольним зразком;

B_x – значення аналогічного біопараметра у посудині з досліджуваними зразками.

Рівень фітотоксичності оцінюють за шкалою:

1. Відсутність забруднення - проростання 90–100% насіння; рослина має однорідні, щільні, міцні та рівні паростки.

2. Слабке забруднення - проростання 60–90% насіння; паростки майже однакової довжини, також міцні.

3. Середнє забруднення - проростання 20–60% насіння; паростки тонкі, з морфологічними відмінностями.

4. Сильне забруднення - проростання до 20% насіння; культура має дрібні, спотворені паростки.

2.4. Методика обліку ураженості пшениці кореновими гнилями та визначення біопрепарату Азотофіт

Ураження рослин кореневою гниллю може призвести до зниження кількості продуктивних стебел або до остаточного відмирання рослин [17].

Розвиток коренових гнилей відбувається протягом вегетації, тому важливим є проводити облік декілька разів на рік: восени, коли відбувається іза сходу (кущіння), навесні після зимівлі у цій фазі або фазі цвітіння, на початку стиглості та при досяганні. При аналізі визначають ступінь зрідженості посіву внаслідок загибелі сходів, кількість рослин, які були уражені, ступінь ураженості продуктивних стебел, щуплість зернин.

На площі 100 га у 10 місцях по діагоналі викопують рослини з двох суміжних рядків по 0,5 м. На кожних наступних 50 га додатково відбирають по одній пробі. В умовах польових дослідів проби відбирають у чотириразовій потворності з 1 м рядка на кожній ділянці.

Корені ретельно вимивають від ґрунту. Потім всі рослини із пробного снопа розділяють на групи – здорові, слабо, середньо і сильно уражені гниллю.

Для обліку фузаріозної кореневої гнилі використовують умовну шкалу обліку: 0 – ознаки ураження відсутні; 1 – на первинних і вторинних коренях окремі ділянки бурого кольору; 2 – основа стебла біляста або злегка буре, окремі

корені або значні їх ділянки бурі; 3 - основа стебла темна, значна частина коренів відмерла.

НУБІП УКРАЇНИ

Ураженість озимої пшениці кореневою гниллю визначають за кількістю уражених стебел і ступенем розвитку хвороби. Крім того, обліковують ще

НУБІП УКРАЇНИ

кількість рослин на 1 м², кушистість їх у фазі кушіння під час обліку восени і навесні, а також кількість продуктивних стебел і пагонів – у фазах колосіння і молочно-воскової стиглості.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення ефективних концентрацій Азотофіту для ростостимуляції рослин пшениці

Для проведення досліджень було обрано біопрепарати Азотофіт-Р та Граундфікс торгової марки «Жива Земля».

Підбір концентрацій біопрепаратів для рослин є важливим для його ефективного застосування. При підборі концентрацій у дослідженні враховували тип біопрепарату, вид рослини, рекомендації від виробника щодо нормативності внесення даного біопрепарату.

Біопрепарат Азотофіт було розведено в концентрації 35 мл до 500 мл води, в результаті чого було отримано 7% розчин препарату.

Концентрацію біостимулятора Граундфікс було отримано внаслідок розведення 8 мл препарату в 500 мл стерильної дистильованої води.

При дослідженні схожості насіння *T. aestivum* також використовували як варіант розчин Азотофіту та Граундфіксу, який отримали змішуванням попередньо розведених розчинів біопрепаратів.

3.2. Визначення лабораторної схожості насіння пшениці озимої сорту «Богдана» за дії біопрепаратів Азотофіт та Граундфікс

Схожість насіння є одним з найважливіших показників перевірки його якості. Згідно з ДСТУ 4138-2002 схожість визначають за кількістю (у відсотках) отриманих в результаті дослідження проростків через 7 днів пророщування насіння в певних умовах, тобто кількістю насінин, які здатні утворювати проростки [10]. Даний показник прямо залежить від умов та технології вирощування, а також від системи удобрення.

Для визначення лабораторної схожості насіння було відібрано середню пробу насіння пшениці озимої сорту «Богдана» для відділення насіння основної культури (Рис. 3.1).



Рис. 3.1. Зразки насіння для визначення його схожості

При проведенні дослідження лабораторну схожість визначали за допомогою трьох методів:

1. Метод «на папері».
2. Метод рулонів.
3. Метод визначення схожості у ґрунті.

3.2.1. Метод «на папері»

Аналізування схожості насіння методом «на папері» проводиться з використанням зволоженого фільтрувального паперу, який розташовують в чашки Петрі в один шар. Після розміщення насіння на папері чашки Петрі покрили накривкою. Чашки Петрі з фільтрувальним папером стерилізували в сушильній шафі протягом 2,5 год при температурі 170°C.

Для проведення дослідження було використано 4 варіанти розчинів, якими зволожували фільтрувальний папір: контроль, розчин Азотофіт, розчин

Граундфіксу, ризини Азотофіту з Граундфіксом. В якості контролю було використано стерильну дистильовану воду.

Насіння пшениці озимої стерилізували в розчині NaClO (1:3) протягом 45 хв, потім у стерильній дистильованій воді тричі по 3 хв (Рис. 3.2).



Рис. 3.2. Стерилізація насіння за допомогою розчину гіпохлориту натрію

Перенесення насіння у чашки проводили у ламінар-боксі. Вплив кожного варіанта розчинів перевіряли у подвійній повторності.

Облік результатів проводили через 7 тижнів пророщування насіння на фільтрувальному папері (Рис. 3.3).



Рис. 3.3. Насіння у чашках Петрі, досліджуване методом «на папері»: А – у перший день, Б – через тиждень після пророщування

Визначено, що при використанні Азотофіту максимальна довжина листків була 10,2 см, кореня – 11,2 см (Рис. 3.4).



Рис. 3.4. Схожість насіння при використанні Азотофіту

Дослідження схожості насіння за використання варіанту розчину Граундфіксу показав у першій повторності максимальну довжину листків та кореня 15,8 см та 12,2 см відповідно (Рис. 3.5).



Рис. 3.5. Схожість насіння при використанні розчину Граундфіксу

Аналіз результатів дослідження з використанням розчину Азотофіту в поєднанні з Граундфіксом показав, що максимальна довжина листків та коренів становила 11,3 см та 12,2 см (Рис. 3.6).

НУБІП України



Рис. 3.6. Схожість насіння при використанні розчину Азотофіту з

Граундфіксом

За результатами проведеного дослідження було встановлено, що найкращим варіантом в порівнянні з іншими варіантами використаних розчинів біопрепаратів для росту пшениці озимої слугував розчин Азотофіту з

Граундфіксом (Таблиця 3.1).

Табл. 3.1. Результати визначення схожості пшениці озимої за використання біопрепаратів

Варіант	Кількість насінин, що проросли, шт	Довжина листків, см	Довжина коренів, см	Ураження насіння	Енергія проростання
Контроль	12	9,7	4,5	25%	60%
Азотофіт	16	10,2	11,2	20%	80%
Граундфікс	14	7,6	4,5	15%	70%
Азотофіт+Граундфікс	16	7,4	7,0	5%	80%

3.2.2 Метод «в папері» або метод рулонів

Пророщування насіння методом «в папері» проводили в паперових рулонах (Рис. 3.7). Для цього на фільтрувальному папері розміром 20 x 50 см провели олівцем лінію від верхнього краю на відстані 3-4 см. Папір було зволожено водою до повного насичення, потім вздовж цієї лінії розклали зерна (26 штук), які попередньо замочили на 40 хв в чотирьох варіантах розчинів (контроль, розчин Азотофіту, розчин Граундфіксу, розчин Азотофіту з Граундфіксом), зародком донизу через рівні проміжки в 1,5 см. Розміщені на папері зерна покрили таким же аркушем паперу, а поверх нього в місці розташування насіння смужкою щільного пергаменту шириною 5 см закріпили насіння. Папір згорнули в нещільні рулони та поставили в ємність з водою, приблизно на 1/3 висоту рулону.



Рис. 3.7. Аналіз схожості насіння цибулини методом «у папері»

Насіння в рулонах проростало протягом семи днів в термостаті, після чого було проведено облік кількості насінин, які вирости паростками.

Підсумовуючи результати пророщування насіння за попереднього замочування в стерильній дистильованій воді, було визначено максимальну довжину листка – 40,6 см та – 1,9 см – для коріння (Рис. 3.8).



Рис. 3.8. Результати методу «рулонів» при варіанті «Контроль»

Визначено, що при замочуванні пшениці у стерильній дистильованій воді (варіант: Браундфікс), листя пшениці проросло максимально на 20 см, а коріння – 14 см відповідно (Рис. 3.9).



Рис. 3.9. Результати методу «рулонів» при варіанті «Браундфікс»

Пророщування насіння у рулонах з попереднім замочуванням у розчині Азотофіту в результаті дало максимальну довжину листків та коріння 18 см і 19,7 см відповідно (Рис. 3.10).

НУБІП УкРАЇНИ



Рис. 3.10. Результати методу «рулонів» при варіанті «Азотофіт»

Аналіз рулонів з пророщеною пшеницею, яку попередньо замочували в розчині Азотофіту з Граундфіксом, показав, що максимальна довжина листків становила 20,4 см, а коренів 17,8 см (Рис. 3.11).



Рис. 3.11. Результати методу «рулонів» при варіанті «Азотофіт+Граундфікс»

Проаналізовано, що найкращий ріст насіння пшениці помітний при попередньому замочуванні у розчині Граундфіксу з Азотофітом, про що свідчать показники біопараметрів (Таблиця 3.2)

Табл. 3.2. Результати визначення схожості пшениці озимої методом «рулонів»

НУБІП Україна

Варіант	Кількість насіння, що проросли, шт	Довжина листків, см	Довжина коренів, см	Враження насіння	Енергія проростання
Контроль	17	8,5	9,3	19,2%	65,4%
Азотофіт	23	14,6	9,8	15,4%	88,5%
Граундфікс	16	13,9	9,8	15,4%	61,5%
Азотофіт, Граундфікс	26	15,7	9,9	77%	100%

3.2.3. Метод визначення схожості насіння на субстраті

Аналіз схожості насіння проводили методом пророщування в субстраті. Як субстрат при проведенні роботи використовували ґрунт (Рис. 3.12).

В посудини помістили ґрунт товщиною 4 см, після чого на нього виклали насіння пшениці озимої, яке надалі покрили шаром ґрунту товщиною 1-2 см.

Кожен з варіантів дослідження протягом аналізу поливали відповідними розчинами препаратів, щоб надалі виявити найоптимальніший та найкращий варіант



Рис. 3.12. Перевірка схожості насіння в субстраті

Протягом дослідження кожного дня проводили облік кількості насіння, що проросло, та вимірювали довжину надземної частини рослини. Остаточні результати проведеного дослідження підсумовували через 7 днів після пророщення насіння на субстраті. При обліку результатів враховували довжину надземної та кореневої систем (Рис. 3.13).



Рис. 3.13. Ріст наземної частини досліджуваної рослини на 3 день і через тиждень пророщування

Аналіз росту пшениці озимої в ґрунті, який підливали стерильною дистильованою водою, підсумовано в Діаграмі 3.1.

Діаграма 3.1. Визначення схожості насіння (контроль) методом «у субстраті»



Максимальна довжина наземної частини серед пророслих рослин при остаточному визначенні становила 15,6 см, а кореневої – 13,6 см (Рис. 3.14).



Рис. 3.14. Результати методу «на субстраті» за варіанту «Контроль»

При проведенні обліку результатів росту пшениці озимої з використанням розчину Азофіту для підливу культури було виявлено 18 всходів через 7 тижнів

пророщування, що майже в половину більше в порівнянні з контролем (Діаграма 3.2).

Діаграма 3.2. Визначення схожості насіння пшениці у субстраті за дії біопрепарату Азотофіт



Максимальна довжина наземної частини серед пророслих рослин при остаточному визначенні становила 19,7 см, а кореневої – 15,4 см (Рис. 3.15).



Рис. 3.15. Результати методу «на субстраті» за варіанту «Азотофіт»

Підлив розчином Граундфіксу для росту та розвитку досліджуваної культури показав в результаті пророщення 16 проростків рослини (Діаграма 3.3).

Діаграма 3.3. Визначення схожості насіння пшениці у субстраті за дії біопрепарату Граундфікс

Ріст пшениці за дії Граундфіксу



Максимальна довжина наземної частини серед пророслих рослин при остаточному визначенні становила 23,6 см, а кореневої – 16,6 см (Рис. 3.16).



Рис. 3.16. Результати методу «на субстраті» за варіанту «Граундфікс»

Максимальну кількість сходів було виявлено при аналізуванні результатів визначення схожості насіння пшениці за допомогою розчину Азотофіту з Граундфіксом, яким поливали грунт (Діаграма 3.4).

Діаграма 3.4. Визначення схожості насіння пшениці у субстраті за дії поєднання біопрепаратів Азотофіт з Граундфіксом



Максимальна довжина наземної частини серед пророслих рослин при остаточному визначенні становила 23,7 см, а кореневої – 17,5 см (Рис. 3.17).



Рис. 3.17. Результати методу «на субстраті» за варіанту «Азотофіт+Граундфікс»

Підсумовуючи результати, можемо сказати, що найкращий ріст насіння досліджуваної пшениці помітний у ґрунті, що підживляли розчином Азотофіту з Граундфіксом (Таблиця 3.3).

Табл. 3.3. Визначення схожості насіння пшениці у субстраті за дії біопрепаратів

Варіант	Кількість насіння, що проросли, шт	Довжина листків, см	Довжина коренів, см	Енергія проростання
Контроль	11	7,9	8,5	55%

Азотофіт	18	13,3	11,4	90%
Граундфікс	16	13,7	11,2	80%
Азотофіт+Граундфікс	20	14,8	12,8	100%

3.3. Визначення фітотоксичності ґрунтів за вирощування насіння пшениці обробленого препаратами Азотофіт та Граундфікс

Для біотестування було обрано 6 видів зразків ґрунтів, відібрані в Васильківському районі на дослідних ділянках Інституту захисту рослин, в яких попередньо вирощувалась культура, для росту якої використовували різні концентрації біопрепарату Азотофіт-Р та Граундфікс. Зразки були відібрані в поліетиленові марковані пакети приблизно по 1 кг.

В чашки Петрі було відібрано приблизно по 150 г кожного з зразків ґрунтів. В ґрунт було висаджено по 20 відібраних насіння досліджуваної пшениці, яке попередньо було витримано в стерильній дистильованій воді протягом 2,5 годин.

Термін проведення дослідження становив тиждень, протягом якого в ґрунті підтримувалась стала волога та температура (Рис. 3.18).

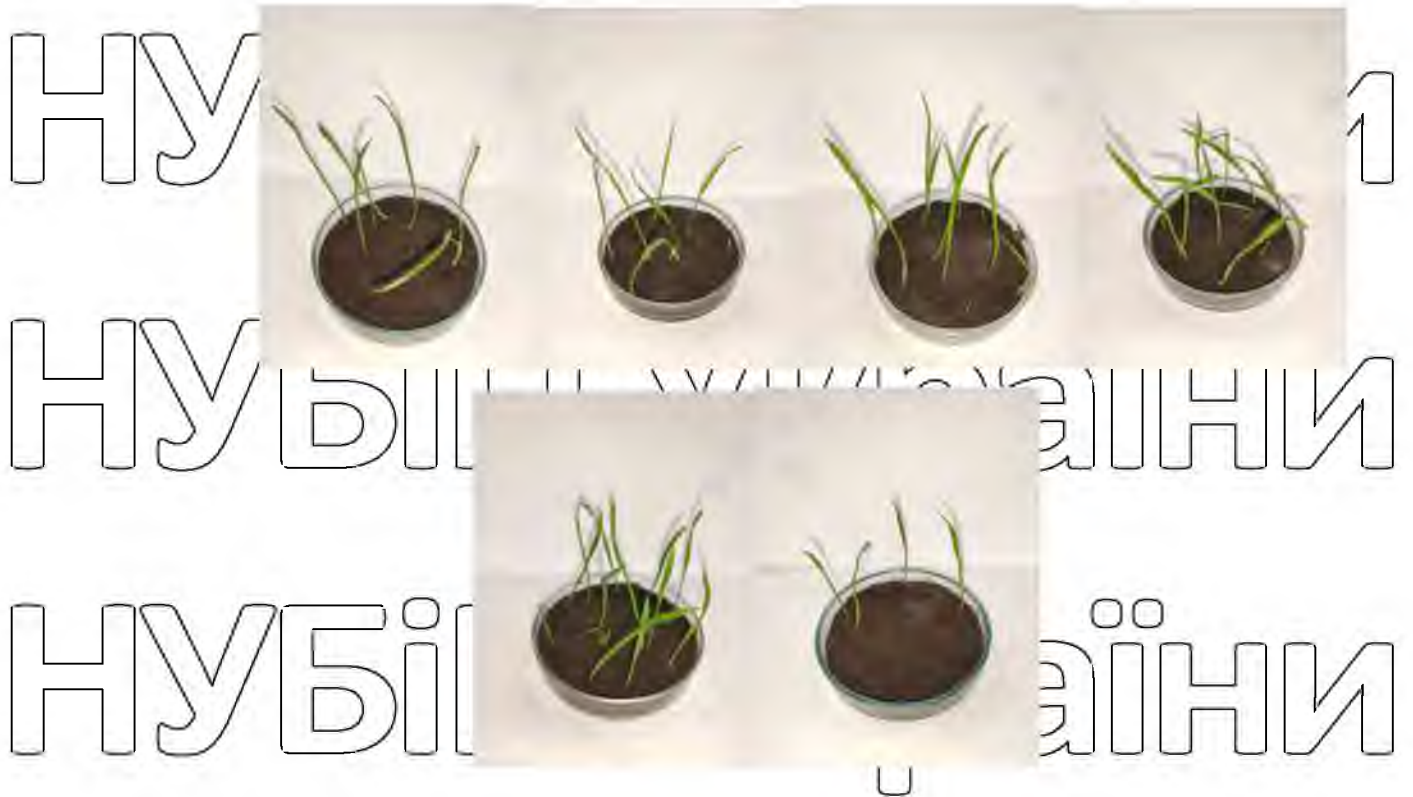


Рис. 3.18. Визначення фітотоксичності досліджуваних зразків ґрунтів

Результати визначення фітотоксичності ґрунтів показав, що найменш фітотоксичним є варіант з внесенням Граундфікс 1,5 л/га + Азотсфит 1,5 л/га під передпосівну культивуацію, а найбільш – варіант з обробкою насіння 0,5 л/т Граундфіксу (Додаток А1-А5, Табл. 3.4).

Табл. 3.4. Результати визначення фітотоксичності ґрунтів після використання біопрепаратів

Варіант	Кількість насінин, що проросли, шт	Довжина листків, см	Довжина коренів, см
Контроль	12	6,8	8,6

Азотофіт 3 л/га під передпосівну культивуацію	9	7,7	10,7
Дослідний зразок (Граундфікс) 3 л/га під передпосівну культивуацію	13	8,1	8,4
Азотофіт 1,5 л/т обробка насіння	13	8,7	11,3
Граундфікс 1,5 л/га + Азотофіт 1,5 л/га під передпосівну культивуацію	15	9,1	10,3
Дослідний зразок (Граундфікс) 0,5 л/т обробка насіння	7	6,3	9,9

Результати визначення фітотоксичності обраних зразків ґрунту з попереднім внесенням різних концентрацій біопрепарату свідчать, що найкращий результат показало внесення біопрепарату Граундфікс 1,5 л/га з Азотофіт 1,5 л/га під передпосівну культивуацію, що призвело до збільшення кількості пророслого насіння на 15% (Рис. 3.19). Даний факт свідчить про зменшення токсичних властивостей, які притаманні ґрунту під час проведення досліджень.



Рис. 3.19. Фітотоксичність ґрунту за використання Граундфікс 1,5 л/га з Азогофіт 1,5 л/га під перепосівну культивування

3.4. Визначення особливостей індукованої стійкості рослин *T. aestivum* в польових умовах

Польову схожість культури за дії біопрепаратів перевіряли на дослідній ділянці Інституту захисту рослин протягом 2022-2023 рр.. Посів пшениці озимої проводили за загальноприйнятою методикою.

Для цього протягом періоду дослідження відбирали по 25 рослин в чотирьох місяцях і вимірювали висоту та довжину коренів, а також перевіряли ураження кореневими гнилями культури

Табл. 3.5. Вимірювання польової схожості культури *T. aestivum* за дії різних варіантів використання біопрепаратів

Вимірювання	Вимірювання							
	1 декада жовтня		1 декада листопада		1 декада квітня		1 декада травня	
	Висота наземної частини рослини, см	Довжина кореневої частини рослини, см	Висота наземної частини рослини, см	Довжина кореневої частини рослини, см	Висота наземної частини рослини, см	Довжина кореневої частини рослини, см	Висота наземної частини рослини, см	Довжина кореневої частини рослини, см
Контроль (без обробки)	12,3 ±0,1	5,8 ±0,1	15,9 ±0,3	6,3 ±0,2	16,9 ±0,3	6,4 ±0,2	49,8 ±0,6	7,6 ±0,4
Азотофіт	11,5 ±0,1	6,2 ±0,1	14,8 ±0,5	6,3 ±0,2	15,2 ±0,5	7,7 ±0,4	50,3 ±0,5	8,4 ±0,5
Граундфікс	12,4 ±0,1	6,4 ±0,1	17,0 ±0,2	6,6 ±0,2	18,3 ±0,3	7,8 ±0,2	51,3 ±0,5	9,3 ±0,3
Азотофіт+Граундфікс	12,6 ±0,1	6,4 ±0,1	17,1 ±0,5	6,8 ±0,2	18,2 ±0,2	7,7 ±0,4	54,4 ±0,6	9,6 ±0,4

Вимірювання висоти стебла та довжини кореня у жовтні показала, що найвищими рослини були саме за використання обробки розчином Азотофіту з Граундфіксом, вимірювання довжини кореневої системи привело до аналогічних висновків (Табл. 3.5). При другому вимірюванні аналіз показав схожий до попереднього результат (Рис. 3.20).



Рис. 3.20. Друге вимірювання росту пшениці за дії біопрепаратів: А – контроль, Б – Азотофіт, В – Граундфіксе, Г – Азотофіт+Граундфікс

Аналіз даних при третьому вимірюванні (в квітні) свідчить про те, що найбільша висота спостерігалась при обробці ґрунту Граундфіксом, а найменшу висоту було зафіксовано в контрольному варіанті. Під час четвертого вимірювання було встановлено, що найефективніше на ріст та розвиток пшениці озимої впливає саме поєднання Азотофіту з Граундфіксом (Рис. 3.21).

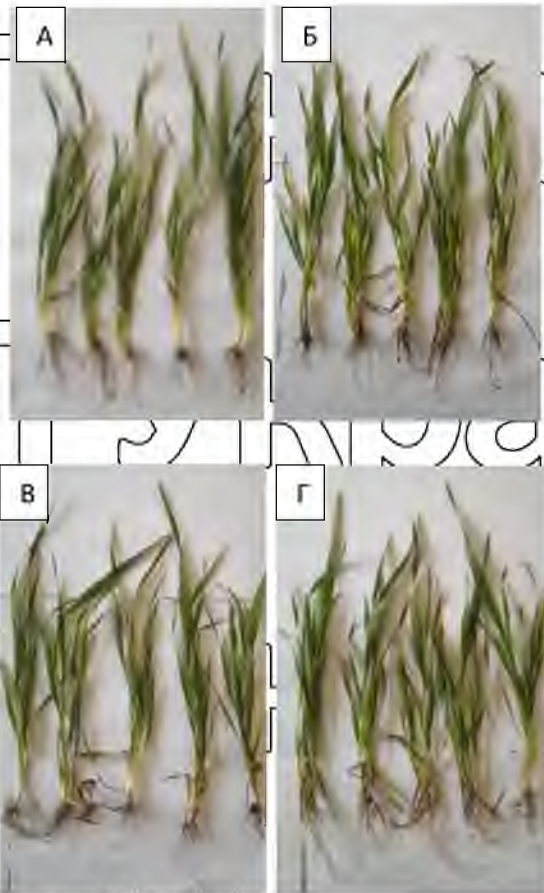


Рис. 3.21. Четверте вимірювання росту пшениці озимої за дії біопрепаратів: А – контроль, Б – Азотофіт, В – Граундфікс, Г – Азотофіт+Граундфікс

При виконанні дослідження перевіряли також ураження корневими гнилями рослин *T.aestivum*. Результати показали, що найменш уражені були рослини, обробка яких відбувалась сумішшю Азотофіту з Граундфіксом, що пояснюється позитивним впливом біопрепаратів на ріст та розвиток культури.

Отримані результати свідчать про те, що препарати, у поєднанні демонструють високу технічну ефективність застосування. Поєднання Азотофіту з Граундфіксом показали значне зменшення поширення фузаріозної кореневої гнилі, що пояснює появи стійкості до цієї хвороби у культурі *T. aestivum*.

Отже, підсумовуючи, можна сказати, що досліджувані біопрепарати позитивно впливають на процеси росту та розвитку культури.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені у даній магістерській роботі дали змогу узагальнити теоретичні та експериментальні дані щодо використання та впливу біопрепаратів на ріст, розвиток рослин пшениці озимої, а також щодо індукованої стійкості даної культури.

1. Проаналізувавши літературні джерела, було вивчено біологічні особливості росту та розвитку *Triticum aestivum* L. в умовах навколишнього середовища.

2. При проведенні досліджень було обґрунтовано, що найефективнішим препаратом, який позитивно впливає на ріст та розвиток культури *Triticum aestivum* L. є поєднання препаратів Азотофіт-р та Граундфікс.

3. Встановлено, що при використанні біопрепаратів ураження культури кореневими гнилями суттєво зменшується, тому є доцільним їх використання для формування індукованої стійкості рослин.

4. Визначено, що за дії біопрепаратів Азотофіт і Граундфікс підвищується схожість насіння, стимулюється розвиток кореневої системи рослин, прискорюється ріст рослин, підвищується стійкість рослин до хвороб та стресових факторів.

В ході досліджень було проаналізовано, що використання біопрепаратів "Граундфікс®" та "Азотофіт-р®" на різних етапах росту рослин сприятиме максимізації використання природного потенціалу рослин.

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Choudhary, D. K., Prakash, A., and Johri, B. N. (2007). Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. *Indian J. Microbiol.* 47, 289–297. doi: 10.1007/s12088-007-0054-2

2. Peresykin V.F., Tyuterev S.L., Batalova T.S. Diseases of grain crops under intensive cultivation technologies. – M.: *Agroprom*, 1991. – 272 p.

3. Poliksenova V. D. Induced plant resistance to pathogens and abiotic stress factors / V. D. Poliksenova // *Bulletin of BSU*. – 2009. – Т. 2, No. 1. – P. 10–15.

4. Shirokov A.I., Kryukov L.A. Fundamentals of plant biotechnology. *Electronic educational manual*, 2012. 49 p.

5. Yaroshenko T.V. A short course on plant immunity to infectious diseases / T.V. Yaroshenko - K.: *Vishcha School*, 1980. - 156 p.

6. Авраменко В.О. Визначення посівних якостей насіння/ В.О. Авраменко, 2021

7. Використання лектину сої в якості індуктора стійкості для добору стійких до фузаріозу генотипів зернових культур / В. Г. Адамовська, О. С. Молодченкова, Л. Й. Цісельська, та інші. – Одеса, 2011. – 20 с.

8. Гаврилук Л.В. Біопрепарати як агроекологічний фактор підвищення біобезпеки в агроценозах/Л.В. Гаврилук, О.О. Кічігіна, Ю.А. Туровнік. *Збалансоване природокористування*, №4, 2022. DOI: 10.33730/2310-4578.4.2022.275037

9. Губанов Н. В., Иванов Н. Н. Озима пшеница.- М.: *Агропром*, 1988.- 303 с.

10. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості [Чинний від 01.01.2004]. Київ, 2003

11. Лихач А.В. Промислова біотехнологія: методичні рекомендації/ А.В. Лихач. Миколаївський аграрний університет. Київ, 2016. 116 с.

12. Манушкіна Т. М. Основи біотехнології рослин. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» напрямку 6.051401 – «Біотехнологія»/ Миколаївський національний аграрний університет, 2017. С. 1-46.

13. Мельничук М.Д. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник / М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В.Коломієць. – Київ, 2014. – 252 с.

14. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія в агросфері. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ, 2014. 247 с.

15. Мусієнко М.М., Панюта О.О. Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – 114 с.

16. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / За ред. С.М. Каленської. – Вінниця, 2011. – 320 с.

17. Омелюта В.П. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур, за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай. 1986. 288 с.

18. Пат. 40548 Україна, МПК5 А 01 С 1/00, С 05 F 11/08 Спосіб передпосівної обробки насіння озимого жита / О.В. Наджернична, В.І. Лохова, 2001

19. Петренкова В. П. Стійкість зернових колосових (пшениці озимої, ячменю ярого) до кореневих гнилей / В. П. Петренкова, А. М. Звягінцева, С. В. Чугаєв / НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юрєва. – Х., 2016 – 158 с.

20. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки/ Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023

21. Тищенко М.В. Ураження рослин пшениці озимої корневими гнилями залежно від агротехнічних заходів / М.В. Тищенко та ін. *Сільське господарство. Рослинництво*, №2. 2018

22. Ткачук Д.В. Ефективність комплексних препаратів проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету / Д.В. Ткачук. Житомир, 2022

23. Яковенко Д.О., Бородай В.В. Вплив біопрепаратів Азотофіт та Траундфікс на мікробіологічні показники ґрунту за вирощування пшениці озимої. Матеріали Міжнародної науко-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». Частина 1 (Україна, Київ, 7–8 липня 2022 р.). Київ, 2022, с.404-408.

24. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://zhyvazemlia.com/ua/>

25. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://zemledelie.org/azotofit/>

26. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/1965-chomu-neobkhidno-pereviraty-skhozhnist-nasinnia-pered-posivom>

27. [Електронний режим]. Режим доступу:

<https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/inducirovannaja-ustoichivost-rastenii-ch-1.html>

28. [Електронний режим]. Режим доступу:

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%BC%27%D1%8F%D0%BA%D0%B0

29. [Електронний режим]. Режим доступу:

<https://svitroslyn.ua/articles/biopreparaty-ekologicheskaya-i-bezopasnaya-zashchita-sada-ot-bolezney-i-vrediteley.html>

НУБІП УКРАЇНИ

30. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://superagronom.com/blog/928-fungitsidi-na-pshenitsyu-diyuchi-rechovini-fazivnesennya-hverobi-do-kolosinnya>

31. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://s-sorgo.com.ua/ua/a360352-vshozhest-semyan.html>

32. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://senchanska-gromada.gov.ua/news/1626088639/>

33. [Електронний режим]. Режим доступу: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/praktichne_zanyattya_7._pshenicya.pdf

34. [Електронний режим]. Режим доступу: https://mzweb.com/diseases/Fusarium_graminearum,Fusarium_sporotrichiella

35. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://klioma.com.ua/ua/skhodstvo-semyan-kak-odin-iz-vaznyh-ego-pokazatelej/>

36. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.003>

37. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://consumerhm.gov.ua/1278-korenevi-gnili-zernovikh-kultur>

38. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://buklib.net/books/34325/>

39. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://btu-center.com/promisloviy-sektor/roslinnistvo/b-aktivatori/azotof-t-r/>

40. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://btu-center.com/groundfix/>

41. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://biochem-service.com.ua/bacteriyi/biopreparaty/>

42. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agrovio.com.ua/article.php?id=82>

43. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agrosience.com.ua/plant/ozyma-pshenytsya>

44. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agro-enzim.biz/#produkt>
 45. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/pshenicya-myaka>

46. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/appointment-preparates/biopreparati>

47. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/bogdana>
 48. [Електронний режим]. Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/pshenicya-ozima>

49. [Електронний режим]. Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/pr.8.pshenyca-vyznachennja-vydiv-i-tiznovydiv-mjakoyi-i-tverdoyi-pshenyci.pdf>

50. [Електронний режим]. Режим доступу: <http://biloteg.org.ua/2021/10/27/vyznachennia-posivnykh-iakoste-j-nasinnia/>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ

Додаток А



Рис. Контроль



Рис. Дослідний зразок (Граундфік) 3 л/га під передпосівну культивування



Рис. Азотофіт 3 л/га під передпосівну культивуацію



Рис. Азотофіт 1,5 літ обробка насіння

НУБІП України

Н

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рис. Дослідний зразок (Г раундфікс) 0,5 л/т обробка насіння

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України