

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

КАФЕДРА ЗАХИСТУ, ГЕНЕТИКИ І СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

ЕПІФІТОЛОГІЯ

Методичні рекомендації з дисципліни «Епіфітотіологія»
до проведення лабораторно - практичних занять для студентів агробіотехнологічного
факультету другого(магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 202– Захист і
карантин рослин. Частина I

Одеса - 2020

УДК 581.2: 378(083.13)

Укладачі: кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри захисту, генетики і селекції рослин Балан Г.О.

Доктор біологічних наук, професор кафедри захисту, генетики і селекції рослин Мілкус Б.Н.

Рецензент: : кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри польових і овочевих культур Попова Л.М.

Епіфітотіологія: Методичні рекомендації до проведення лабораторно- практичних занять з дисципліни «Епіфітотіологія» для студентів агробіотехнологічного факультету другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 202– «Захист і карантин рослин» Частина I / Г.О. Балан, Б.Н. Мілкус – Одеса: ОДАУ, 2020.- 46с.

Методичні рекомендації з дисципліни «Епіфітотіологія» до проведення лабораторно - практичних занять (Частина I) мають на меті ознайомити з вимогами щодо виконання лабораторно - практичних занять студентів агробіотехнологічного факультету другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 202- Захист і карантин рослин

Методичні вказівки розглянуті та затверджені
на засіданні методичної комісії
агробіотехнологічного факультету ОДАУ

Протокол №_ 6 _ від “25.02. 2020 р.

©Балан Г.О.,2020

© Мілкус Б.Н.,2020

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Загальний інструктаж з техніки безпеки.....	5
Змістовний модуль I. Основні причини виникнення масових захворювань сільськогосподарських рослин.....	6
1. Лабораторно-практична робота № 1 Епіфітотіологічна характеристика хвороб сільськогосподарських рослин.....	6
2.Лабораторно-практична робота № 2 Грунтові або кореневі інфекції: Грунтово-насінневі інфекції.....	10
3.Лабораторно-практична робота № 3 Грунтові або кореневі інфекції: Грунтово-повітряні та ґрунтово- повітряно- насінневі інфекції.....	18
4.Лабораторно-практична робота № 4 Краплинно- повітряні або листо- стеблові інфекції: Аерогенно- пильові та аерогенно-насінневі інфекції.....	22
5. Лабораторно-практична робота № 5 Краплинно- повітряні або листо- стеблові інфекції: Краплинно-водно- повітряні та краплинно- водно- насінневі інфекції.....	35
Рекомендована література.....	41
Додатки.....	43

ВСТУП

Епіфітотіологія - наука про закономірності виникнення, перебігу і затухання епіфітотичного процесу і заходах його регуляції в екосистемах. **Предметом** Епіфітотіології є **Епіфітотичний процес**. **Об'єктами** Епіфітотіології є захворювання рослин в екосистемах, які викликані популяціями та угрупованнями шкідливих організмів. Навчальна дисципліна « Епіфітотіологія» відноситься до складу вибіркового навчальних дисциплін освітньо- професійної програми « Аграрні науки і продовольство» підготовки здобувачів вищої освіти « Магістр»

Мета навчальної дисципліни « Епіфітотіологія» є формування у студентів системи теоретичних знань щодо життєвих тенденцій розвитку основних груп патогенних організмів, які спричиняють епіфітотії та сформувати навички з визначення можливих причин раптового зростання їх кількості, проаналізувати різні заходи захисту рослин від хвороб на основі наростання інфекції і взаємозв'язку між кількістю інфекційного початку і розвитком хвороби.

За результатами вивчення навчальної дисципліни у студентів формуються фахові (спеціальні) компетентності:

- Здатність розуміти основні теорії, методи, технології і методики у галузі захисту і карантину рослин;
- Здатність визначати причини виникнення епіфітотій на основні біотичних, абіотичних й антропогенних факторів, що на них впливають;
- Здатність вибирати кращий тип стійкості рослин за конкретних умов до конкретних фітопатогенів;
- Здатність ставити польові дослідження таким чином, щоб уникнути помилок, які виникають внаслідок вільного переміщення патогенних організмів із ділянки на ділянку. Здатність виконувати професійні обов'язки у галузі захисту і карантину рослин;
- Здатність вибирати методи, засоби та обладнання з метою здійснення професійної діяльності в галузі захисту і карантину рослин;
- Здатність проводити польові та лабораторні дослідження в галузі захисту і карантину рослин;
- Здатність розробляти інтегровані системи захисту, складати прогнози розвитку хвороб, організовувати і планувати польові дослідження, готувати звіти та оформлювати результати досліджень у галузі захисту і карантину рослин.

ЗАГАЛЬНИЙ ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Перед проведенням лабораторно - практичних занять відповідальні особи (викладачі кафедри, які викладають цю дисципліну) здійснюють інструктаж про проведення занять та безпеку праці під час перебування у навчальній аудиторії.

Студенти під час проведення лабораторно - практичних занять зобов'язані мати відповідний спецодяг, засоби індивідуального захисту для проведення занять в лабораторії (халати, гумові перчатки), знати і суворо дотримуватись правил охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії. Студенти несуть відповідальність за порушення правил охорони праці та техніки безпеки під час перебування на заняттях.

Програма інструктажу з безпеки життєдіяльності та охорони праці проводиться згідно з НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», затвердженого наказом Держгірпромнагляду від 26.01 2005р №15 та переліку питань з безпеки життєдіяльності, наведених у « Положення про організацію роботи з охорони праці учасників навчально-виховного процесу в установах і навчальних закладах», затвердженого наказом Міністерства освіти, науки, молоді та спорту України від 20.11.2006р № 782.

Викладач, якій проводив інструктаж з техніки безпеки вносить відповідні записи до Журналів реєстрації інструктажів з безпеки життєдіяльності та охорони праці, де кожен студент розписується. Журнали зберігаються на кафедрі.

Питання з техніки безпеки: 1 Загальні правила поведінки у науковій лабораторії. 2. Вимоги пожежної безпеки, електробезпеки, хімічної та біологічної безпеки. 3. Запобігання побутовому травматизму. Перша долікарська медична допомога. 4. Характерні небезпечні та шкідливі чинники, що виникають під час лабораторно-практичної роботи (робота з лабораторним обладнанням, мікроскопи, скляні чашки Петри, скельця предметні та покривні, пробірки, хімічні фарбники для діагностики збудників, патогенні мікроорганізми, уражені органи рослин, біологічні та хімічні протруйники та інше).

I. ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № I

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ МАСОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

1. Лабораторно- практичне заняття № 1

ТЕМА: Епіфітотіологічна характеристика хвороб сільськогосподарських культур

Мета заняття: Ознайомити студентів з основними принципами епіфітотіологічної класифікації хвороб с-г культур

Завдання :

1. Розглянути та охарактеризувати **грунтово - кореневі інфекції**
2. Розглянути та охарактеризувати **краплинно - повітряні або листо - стеблові інфекції**
3. Розглянути та охарактеризувати **насінніві або матрикально - дочерні інфекції**
4. Розглянути та охарактеризувати **трансмисивні інфекції**

Обладнання, прилади та матеріали:

1. Презентація на тему «Епіфітотіологічна характеристика хвороб с-г культур »
2. Методичні вказівки ,атласи, визначники.
3. Наглядно – демонстраційний матеріал, гербарій, культура збудників хвороб.

Послідовність проведення лабораторно- практичного заняття:

Розглянути загальні теоретичні та практичні положення:

Завдання 1. Розглянути та охарактеризувати грунтово - кореневі інфекції

1.1 Грунтово - насінневі інфекції: Кіла капусти, чорна ніжка капусти, рак картоплі, парша звичайна картоплі, бугорчаста парша картоплі.

1.2.Грунтово – повітряні та грунтово – повітряно - насінневі інфекції: офіобольозна коренева гниль злаків, ризоктоніоз картоплі, вілт бавовника, фузаріозне в'янення, гельмінтоспоріозна гниль злаків, білі гниль.

Загальна характеристика грунтово - корневих інфекцій

За визначенням С. Д. Гаррета (1962), **грунтові патогени**, що викликають **кореневі гнилі** різних сільськогосподарських культур, займають особливу і кілька «ізолювану гілку фітопатології». Однак специфіка цієї групи хвороб не проаналізована з позицій еволюційного становлення їх як паразитарних систем, особливостей тактик Р, В і Т збудників, а також загальної поведінки систем в цілому. Це служить однією з причин недостатнього теоретичного обґрунтування розробок інтегрованої захисту рослин від зазначених хвороб, хоча деякі елементи екологічного підходу до вирішення даних питань намітилися раніше, ніж по іншим хворобам (Zadocs, 1974). Тому дуже важливо

проаналізувати вже виявлені закономірності поведінки паразитарних систем цієї групи інфекцій для того, щоб обґрунтувати існуючу систему інтегрованого захисту та стимулювати подальші дослідження. Це необхідно ще й тому, що на сучасному етапі в умовах спеціалізації і концентрації вирощування сільськогосподарських культур кореневі інфекції за практичним значенням займають одне з перших місць.

Завдання 2. Розглянути та охарактеризувати краплинно - повітряні або листо - стеблові інфекції

2.1. **Аерогенно- пилові інфекції:** бура іржа пшениці, борошниста роса злаків

2.2. **Аерогенно- насіннєві інфекції:** церкоспороз цукрового буряку, макроспоріоз та альтернаріоз картоплі

2.3. **Краплинно- водно- повітряні інфекції:** парша яблуні

2.4. **Краплинно- водно- насіннєві інфекції:** фітофтороз картоплі, септоріоз злаків, аскохітоз гороха, несправжня борошниста роса лука

Загальна характеристика краплинно- повітряних або листо- стеблових інфекцій

Група **краплинно – повітряних (наземно-повітряних) або листо-стеблових** шкідливих організмів є найчисленнішою. Її шкодочинність різко зросла при переході до інтенсивних технологій обробітку с.-г. культур, в умовах спеціалізації і концентрації с.-г. виробництва. Тому надзвичайно важливо знати екологічні основи захисту рослин від цієї групи шкідливих організмів.

Значна частина життєвого циклу наземно-повітряних або листо - стеблових шкідливих організмів протікає в повітряному середовищі, переважно в нижніх шарах атмосфери - тропосфері (висота до 10 км), де вони піддаються впливу сонячної радіації, вітру, вологості, температури. У такому мінливому екологічному середовищі тиск природного відбору сприяв виробленню у біологічних видів ознак r-стратегів, які характеризуються наступними особливостями: - превалюючи витрати зусиль адаптацій на тактику R у загальних витратах на основні види життєдіяльності. *При цьому швидке нарощування репродуктивного потенціалу забезпечується за рахунок повітряно - крапельного механізму горизонтальної передачі збудників*, що гарантує багатократне відтворення циклу безстатевого розмноження за сприятливих гідротермічних умов. В результаті генетична однорідність популяції збудників повітряно - крапельних інфекцій служить сильною і одночасно вразливою стороною тактики R, так як при наявності генетично несумісних популяцій рослин-господарів швидкість наростання репродуктивного потенціалу генетично однорідних нащадків збудника буде загальмованою або повністю припиненою. Саме тому стратегія боротьби з даною групою інфекцій повинна передбачати збільшення генетичного різноманіття несумісності оброблюваних рослин-господарів (створення стійких сортів), а також зниження генетичної різноманітності популяції збудника шляхом пригнічення в їх життєвому циклі статевої стадії та інших генетичних рекомбінацій, за рахунок яких збільшується генетичне різноманіття популяції.

- *переважання у збудників повітряно-крапельних інфекцій тактики R* обумовлює *пульсуючий цикл сезонної і особливо багаторічної динаміки епіфітотичного процесу*, яка значною мірою залежить від швидкості наростання інфекції при настанні

сприятливих гідротермічних умов у сумісну фазу розвитку рослин-господарів. Зазначена закономірність враховується в практиці захисту рослин для прискорення проходження фаз рослин-господарів шляхом застосування агрохімічних заходів з тим, щоб створити несумісність з періодом масового розмноження збудника;

- відносно невеликі зусилля адаптації збудники повітряно - крапельних інфекцій витрачають *на тактику, яка компенсується у них зимівлею в багаторічних диких або культурних рослинах-господарях, або безперервним з року в рік перебуванням в зимовий період в посівному матеріалі.* Тактика є однією з уразливих ланок у життєвому циклі збудника, обумовлюючи низький «стартовий» рівень сезонної динаміки прояву епіфітотического процесу;

- багаторазове (поліциклічне) відтворення нащадків у збудників повітряно-крапельних інфекцій обумовлює *найвищу швидкість сезонної динаміки епіфітотического процесу.*

Характерною особливістю всіх фітопатогенів цієї групи є наявність широких трофічних екологічних ніш, а отже, необхідного запасу ресурсів для розмноження при настанні сприятливих гідротермічних умов.

Завдання 3. Розглянути та охарактеризувати насінневі, або матрикально - дочірні інфекції

3.1. **Типові насінневі інфекції:** летюча сажка пшениці, ріжки злаків.

3.2. **Контактно - насінневі інфекції:** тверда сажка пшениці, штрихувата мозаїка ячменю.

Загальна характеристика насінневих, або матрикально - дочірних інфекцій

З точки зору ЕСС паразитарних систем **насінневі, або матрикально-дочірні, інфекції являють собою унікальне явище природи.** Цей феномен обумовлений кількома причинами: **по-перше**, здатністю насіння *більш тривалий час зберігатися в стані спокою у природних умовах у порівнянні з швидкою мінералізацією рослинних залишків (листя, стебел), в процесі якої збудники або гинуть, або пристосовуються до виживання в ґрунті;* **по-друге**, близькістю збудника до запасу поживних речовин і до зародку насіння рослин-господарів. *При пробудженні насіння збудник має переваги в первинному захопленні екологічної ніші — нового організму рослин-господарів, в третій, насіння, будучи органом розмноження рослин-господарів, саме пристосувалося до розповсюдження в просторі, сприяючи широкому розселенню збудників в агроєкосистемах.*

За останніми даними, через насінневий і посадковий матеріал в агроєкосистемах однорічних сільськогосподарських культур передається 75,1% збудників грибної природи і 88,6% — бактеріальної, а серед багаторічних культур — відповідно 58,5 і 88,5% від числа проаналізованих найбільш поширених і шкідливих хвороб.

В процесі трудової діяльності людина інтенсифікувала, як ніщо інше, саме фактор передачі збудників через посівний та посадковий матеріал. При цьому посилилася переважно горизонтальна передача збудника в просторі внаслідок обміну насінневим і садивним матеріалом між господарствами, зонами, країнами і глобально в масштабах планети (Горленко, 1975). До найбільш вивчених насінневих інфекцій належать сажкові захворювання зернових культур. У нашій країні відомо близько 20 видів сажки із загального числа 1200 видів (Каратигіна, 1986).

Завдання 4. Розглянути та охарактеризувати трансмісивні інфекції

4.1. Типові трансмісивні інфекції: штрихуватість рису, мозаїка озимої пшениці, жовта карликовість ячменю.

4.2. Трансмісивно- насінневі інфекції: мозаїка сої, жовтуха цукрового буряку

Загальна характеристика трансмісивних інфекцій

Трансмісивні інфекції, це інфекції які передаються в рослинному матеріалі за допомогою переносників, переважно вірусів. Неодмінною умовою виживання всіх вірусів у природі є зміна господарів, однак спосіб, яким досягається ця зміна, істотно залежить від виду вірусу. Ця закономірність добре аналізується при порівнянні поведінки паразитарних систем вірусних інфекцій.

За допомогою комах-переносників зміна господарів у збудників трансмісивних інфекцій протягом вегетації йде дуже активно. Найбільш важлива роль у передачі збудників вірусних інфекцій належить персиковій попелиці, яка є переносником 60 вірусів. Частина вірусів передається цикадами, трипсами, кліщами (вірус ріверсії чорної смородини), нематодами, ґрунтовими грибами (Дьяков, 1984).

Всі переносники проникають в неушкоджені клітини рослин під час харчування, отримуючи разом з інфікованим соком вірус, яким заражають при подальшому харчуванні здорові рослини. Не випадково, що серед збудників переважають попелиці. Справа в тому, що їх ротовий апарат пристосований для зараження рослин вірусом. Їх стилети тонкі, тому вони, проколюючи рослинні тканини, досягають флоєми. У дослідях з ізотопами встановлено, що в першу годину на рослині-господарі попелиця поглинає 10 мкл рослинного соку, а потім інтенсивність всмоктування зростає до 40 мкл/год.

Обробка результатів та оформлення звіту: Записати хід роботи, описати етіологічну класифікацію хвороб, розглянути приклади хвороб, заповнити Форму 1, відповісти на контрольні питання.

Питання для контролю знань:

- 1 Охарактеризуйте ґрунтово - кореневі інфекції
2. Охарактеризуйте ґрунтово - насінневі інфекції (приклади)
3. Охарактеризуйте ґрунтово – повітряні та ґрунтово – повітряно - насінневі інфекції(приклади)
4. Охарактеризуйте краплинно- повітряні або листо- стеблові інфекції(приклади)
5. Охарактеризуйте аерогенно- пилові інфекцій(приклади)
6. Охарактеризуйте аерогенно- насінневі інфекцій (приклади)
7. Охарактеризуйте краплинно- водно- повітряні інфекцій(приклади)
8. Охарактеризуйте краплинно- водно- насінневі інфекцій (приклади)
9. Охарактеризувати насінневі, або матрикально - дочірні інфекції(приклади)
10. Охарактеризуйте типові насінневі інфекції(приклади)
11. Охарактеризуйте контактно - насінневі інфекції(приклади)
- 12 Охарактеризуйте трансмісивні інфекції(приклади)

13. Охарактеризуйте типові трансмісивні інфекції(приклади)
14. Охарактеризуйте трансмісивно- насінневі інфекції(приклади)

Рекомендована література: [1] [2]

2. Лабораторно- практичне заняття №2

ТЕМА: Ґрунтові, або кореневі інфекції: Ґрунтово- насінневі інфекції.

Мета: Ознайомити студентів з особливостями епіфітотичного процесу ґрунтово-насінневих інфекцій сільськогосподарських культур

Завдання:

1. Розглянути основні терміни та поняття.
2. Охарактеризувати **ґрунтово - насінневі інфекції: Кіла капусти, чорна ніжка капусти, рак картоплі, парша звичайна картоплі, бугорчаста парша картоплі.**
3. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу ґрунтово-насінневих інфекцій.

Обладнання, прилади та матеріали: презентації, гербарій з ознаками уражень хворобами, атласи, довідники, методичні вказівки.

Техніка безпеки та охорона праці: інструктаж

Послідовність проведення лабораторно - практичного заняття:

1. Розглянути загальні теоретичні та практичні положення:

2. Охарактеризувати ґрунтово - насінневі інфекції.

Кіла капусти, чорна ніжка капусти, рак картоплі, парша звичайна картоплі, бугорчаста парша картоплі.

2.1. Епіфітотіологічна характеристика хвороби

КИЛА КАПУСТИ *Plasmodiophora brassicae*

Зовнішні ознаки прояву хвороби: При взаємодії збудника і рослини-господаря на кореневій системі і коренеплодах з'являються специфічні симптоми — желвакоподібні здуття (нарости), ледь помітні у сходів і досягають значної величини у дорослих рослин. Нарости веретеноподібні, або кулясті з гладкою поверхнею і твердою консистенцією, мало відрізняються від здорових тканин. У період вегетації тканини наросту, як правило, не загнивають і зберігають нормальне забарвлення. При дефіциті вологи нижні листки уражених рослин в'януть, набуваючи антоціанового забарвлення. До кінця вегетації нарости буріють і починають загнивати.

Поширення та шкодочинність: Захворювання поширене переважно в північно-західних і центральних районах України. Окремі осередки хвороби відзначені в Естонії, Білорусії, Росії. Специфічні симптоми, характерні для даної хвороби,

виявляються у всіх зонах її поширення, що свідчить про стабільності взаємодії збудника і рослин-господарів в різних умовах навколишнього середовища. Крім капусти (білокачанна, брюссельська, кольорова, савойська, кольрабі), хвороба вражає ріпу, редьку, редис, турнепс, рідше брукву, а з бур'янистих рослин — грицики, сурепицю, дику редьку, талабан польовий, жовтушник, гірчицю польову. Незважаючи на таку різноманітність рослин-господарів, зовнішні ознаки прояву хвороби збігаються. Згідно з гіпотезою Е. Гоймана (1954), це свідчить про те, що в системі паразит — рослина — господар провідна роль належить збуднику. Таким чином, сам по собі, здавалося б, незначний факт постійного (тривалого) прояву хвороби зі специфічними симптомами в агроекосистемах по зонах служить переконливим доказом того, що ми маємо справу з еволюційно сформованою паразитарною системою, в якій збудник повинен володіти еволюційною стратегією життєвого циклу для безперервного виживання і паразитування на рослинах-господарях. Недобір урожаю від хвороби досягає 50% і більш.

Цикл розвитку збудника хвороби: гриб *Plasmodiophora brassicae* належить до відділу слизовиків, або міксоміцетів, класу плазмодіофорових, мають досить примітивну організацію. Вегетативне тіло складається з плазмодія (амебоїд) — грудочки цитоплазми з великим числом ядер. Плазмодій не має власної оболонки, ні постійної форми. Внаслідок цього всі еволюційне обумовлені етапи життєвого циклу збудника тісно пов'язані з клітинами і тканинами рослин-господарів, під покровом яких він знаходить надійний захист від несприятливих впливів зовнішнього середовища.

Зимує збудник у гіпертрофованих клітинах тканин рослин-господарів (наростах) у формі диплоїдних спор, що покояться, на які розпадається багатоядерний плазмодій. Спочиваючі спори проростають у наростах або після їх розкладання безпосередньо в ґрунті, утворюючи амебоподібні зооспори, що позбавлені оболонки. Це одне з найуразливіших ланок у життєвому циклі збудника, так як зооспори дуже чутливі до вологості ґрунту, аерації, температури, рН середовища. При нестачі вологи, наприклад, спори не проростають, внаслідок чого в сухі роки кіла не розвивається зовсім, або завдає незначної шкоди.

2.2. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу ґрунтово-насінневих інфекцій(на прикладі кіли капусти)

Агроєкологічні умови розвитку епіфітотичного процесу: Мінімальна вологість, необхідна для проростання спор і зараження рослин, становить 50% від повної вологоємності ґрунту, оптимальна — 75-90%, максимальна — 98-100%. В останньому випадку через погіршення аерації процес зараження рослин збудником знижується. Мінімальна температура для проростання спор — 6°C, для зараження рослин—12°C, оптимальна для обох процесів—18—25°C, максимальна — 27-8°C. Збудник воліє важкі за механічним складом кислі ґрунти (рН 5,4—6,5). При підвищенні рН з 6,7 до 7,9 і 8,3 шляхом внесення вапна ураженість кілою зменшується на 98-99%.

Інфекційне навантаження: Сприятливі умови для зараження рослин

складаються при великій кількості спор у ґрунті, особливо у верхньому орному горизонті. При невеликій кількості спор ймовірність зараження рослин і розвитку хвороби невелика. Н. А. Наумов (1952) вперше показав наявність тісної залежності між частотою і ступенем ураження рослин капусти кілою і вмістом спор у ґрунті. За його даними, ураження рослин відбувається при наявності не менш 20 тис. спор в 1 см³ глинистого ґрунту і 200 тис. — в ґрунті, що багатий гумусом. Масовий розвиток кіли відзначено при утриманні 400-500 тис. спор в 1 см³ ґрунту. Залежить ступінь ураження і від місця знаходження наростів: при розподілі їх по поверхні ґрунту і в її верхньому шарі (0-1,5 см) ураження кілою рослин капусти сягала 80%, а при розподілі на глибині 12 см — лише 22,2%. При цьому спори в наростах, що розклалися, здатні більшою мірою інфікувати рослини, ніж у тих, що не розклалися. Що, очевидно, обумовлено більшою фізіологічною зрілістю. До моменту збирання капусти у однієї рослини утворюються нарости масою від 15 до 1250 м, що в перерахунку на 1га становить від 288 до 4512 кг (Соколова, Тупеневич, 1974).

Проникнення та розвиток збудника: Проникнувши в клітини кореневої системи і коренеплодів, збудник, за спостереженням Н. А. Наумова (1952), особливо інтенсивно розмножується в клітинах камбію, серцевинних променів і паренхіми вторинної кори, в результаті чого клітини багаторазово інфікуються у міру розмноження збудника, який при цьому не залишає рослину-господаря і не «виходить» у зовнішнє середовище. Після кількох поділів амебоподібні зооспори перетворюються в міксамеб, що виконують роль гамет. В результаті статевого злиття двох однакових за формою, але різностатевих гамет (ізогамія) утворюються диплоїдні амебоїди (зіготи), дають початок багатоядерному плазмодію. При утворенні плазмодія клітини рослин посилено розростаються і збільшуються в обсязі. Це відбувається приблизно через 9-10 днів після зараження рослин. Внаслідок того, що збудник не покидає заражених тканин рослин-господарів, нарости до кінця вегетації, а частина з них і після зимівлі не розкладаються, так як цей процес згубний для популяції збудника, що розмножується. В кінці вегетації плазмодій перетворюється в спорангій зі спорами, що мають оболонку. Спори в спокої, що утворилися, мають значний запас стійкості до зовнішніх впливів: вони можуть зберігатися безпосередньо в ґрунті протягом 4-5 років і більше. Завдяки цьому тимчасові (1-2 роки) екстремальні умови не можуть порушити багаторічну динаміку хвороби, яка гарантується адаптацією збудника до більш надійних за ґрунтово-кліматичними умовами географічних регіонів і тривалістю його збереження в ґрунті. Крім того, рівень виживання збудника в природі зростає завдяки його здатності утворювати паразитарні системи з великим колом рослин-господарів з сімейства капустяних.

Характеристика життєвих тактик: Таким чином, в еволюційному становленні збудника кіли капусти чітко просліджуються всі три тактики: **Р**, **В** **Т**, які взаємопов'язані одна з одною. Примітивна організація і природна незахищеність збудника обумовлюють адаптацію його до внутрішньоклітинного розмноження в підземних органах багатьох рослин-господарів з родини капустяних. Захищена стінками клітин рослин-господарів, популяція збудника, що розмножується, не піддається згубній дії умов навколишнього середовища. Цей процес спочатку обмежується старінням клітин, а в кінці вегетації переривається природною смертю

рослин-господарів. Відсутність специфічних факторів передачі для розселення популяції збудника протягом сезону з метою пошуку рослин-господарів у просторі компенсується надійною тактикою *B*, яка сформувалася як стратегія вичікування зустрічі з рослинами-господарями у часі. Інфекційні структури, що гарантують надійність тактики *B*, знаходяться по суті під подвійним і навіть потрійним захистом: оболонка самих спор, що покояться, спорангії, в яких вони перебувають, та чохол гіпертрофованих клітин рослин-господарів. Зазначені пристосування доповнюються вибіркоким ставленням збудника до ґрунтового середовища, завдяки чому хвороба приурочена до відносно сприятливих географічних ареалів, де посуха, згубна для паразита, буває рідко, а також до низинних місць і заплавах з важкими за механічним складом кислими ґрунтами. У таких ареалах при заселенні ґрунтів збудником кіла стає небезпечним захворюванням з багаторічною динамікою прояви епіфітотичного процесу.

Передача збудника: Надійність передачі збудника в часі в агрокосистемах овочевих культур доповнюється також *посадковим матеріалом*, використовуваним для розмноження або вирощування рослин-господарів, а також у висадках для одержання насіння. З *інфікованим посадковим матеріалом*, зокрема з *розсадою*, збудник може потрапити на здорові ґрунти і тим самим поширитися в просторі.

На відміну від бур'янів *на культурних рослинах цикл збудника відбувається за схемою:- заражені рослини-господарі — ґрунт — чутливі здорові рослини-господарі — посадковий матеріал — ґрунт — сприйнятливі рослини-господарі*. Н. А. Наумов (1952) надавав посадковому матеріалу, як фактору передачі збудника кіли, велике значення, внаслідок можливого масового зараження рослин на територіях, де збудник раніше був відсутній. Наведені аргументи стали підставою для класифікації **кіли як ґрунтово-насінневої інфекції**. Термін насінневий і посадковий матеріал у класифікації прийняті, як синоніми. На *бур'янистих рослинах-господарях*, які моделюють природну паразитарну систему збудника, його цикл протікає за схемою: *заражені рослини-господарі — ґрунт — чутливі здорові рослини-господарі*, а саме захворювання відносять до *ґрунтових інфекцій*.

Передача збудника в просторі може здійснюватися з потоками *води, комахами та іншими рухомими* об'єктами в ґрунті, проте цей шлях передачі носить випадковий характер, а отже, має несуттєве значення. Узагальнення наведених даних свідчить про те, що кіла капусти являє собою паразитарну систему, в поведінці якої переважають ознаки стратега, що забезпечують надійне виживання популяції збудника у часі.

Механізм передачі: *Уразливою ланкою в життєвому циклі збудника є механізм передачі*, особливо третя його фаза, коли зооспори, позбавлені оболонки і незахищені від несприятливих впливів ґрунтового середовища, намагаються відшукати «ворота інфекції», щоб проникнути всередину клітин рослин-господарів.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороб: *Внаслідок цього завдання інтегрованого захисту рослин полягає в оздоровленні ґрунтів від збудника хвороби шляхом тривалої (протягом 4-5 років) перерви в обробітку рослин-господарів (за цей час популяція збудника поступово гине), а також у зниженні рівня заселеності ґрунтів нижче порогу шкочодочинності (20 тис. спор/см³) шляхом створення несприятливих умов ґрунтового середовища в критичний період — перетворення*

опираються спір у беззахисні зооспори. Дуже важливо виключити можливість передачі збудника з посадковим матеріалом.

Боротьбу з кілою починають з *зnezараження ґрунту* в парниках, де вирощують розсаду. Інфікований ґрунт пропарюють (при температурі 100°C протягом 3 ч) або дезінфікують за допомогою фунгіцидів, зокрема цінеба, колоїдної сірки, карбатиона, тіазона. Обробку карбатионом і тіазоном проводять при температурі повітря 10-12°C і ґрунту 8—10°C не пізніше ніж за 30—50 днів до посіву насіння або висадки розсади. Для цього розпушений ґрунт поливають розчином карбатиону, або вносять його гідробуром; тіазон попередньо змішують із злегка зволуженим піском у співвідношенні 1:2 або 1:1), потім ґрунт перекопують, ущільнюють, покривають поліетиленовою плівкою або солом'яними матами і витримують протягом 3—5 днів, після чого відкривають і провітрюють. Цінеб і колоїдну сірку, а іноді суміш цих препаратів вносять перед сівбою, додаючи для їх рівномірного розподілу сухий річковий пісок.

В цілях *вапнування кислих ґрунтів* в парниках свіжо гашене вапно вносять за 10-12 днів до посіву в кількості 1-1,5 кг на раму або на 1 м² розсадника, у відкритому ґрунті — з осені — від 5 до 10т/га, доводячи рН ґрунту до 6,8—7,3 (Вочон, 1983). Вапнування ґрунту знижує захворюваність рослин на 50% і більше. Хороший ефект дає вирощування розсади в торфопоживних кубиках, вільних від збудника. Внесення в ґрунт гною стимулює проростання спор гриба, що покояться, і очищення ґрунту від збудника в відсутність рослин-господарів.

При використанні зараженої кілою розсади врожайність капусти різко зменшується. Для попередження передачі збудника інфекції у відкритий ґрунт *хвору розсаду* перед висадкою *вибраковують*. В крайньому випадку допускається висадка рослин з парників, де ураженість кілою не перевищувала 5% (згідно ГОСТ).

Для оздоровлення ґрунту капусту повертають на колишнє місце не раніше ніж через 4-5 років. На цей термін виключають із *сівозміни* інші хрестоцвіті культури, які служать джерелом збудника інфекції. Зазначеного терміну достатньо, щоб звільнити ґрунт від збудника інфекції і практично попередити розвиток кіли.

Підвищеною стійкістю до кіли в місцях їх районування мають *сорти* Тайнінська 11, Лосиноостровська 8, Ладозька 22, Зимова грибовська, Московська пізня 15, Подарунок, Урожайна.

У відкритому ґрунті на ділянках, де в попередні роки було не понад 25% уражених рослин, разом з поливною водою при посадці вносять колоїдну сірку, цінеб або їх суміш. У боротьбі з кілою добрі результати забезпечує поєднання *фунгіцидів з подальшою соляризацією ґрунту* під поліетиленовою плівкою. На першому етапі онтогенезу рослин-господарів дуже важливо оптимізувати кореневе живлення за кількістю і співвідношенням основних елементів.

Істотне значення має також *боротьба з бур'янами* — джерелами інфекції, так як ефект від інших заходів при їх зростанні зводиться на нуль. Проводять підгортання рослин після поливу і підгодівлі для утворення додаткових коренів. Після збирання врожаю з поля видаляють інфіковані качани.

3.1 Епіфітотіологічна характеристика хвороби

ПАРША ЗВИЧАЙНА КАРТОПЛІ *Streptomyces scabies*

Зовнішні ознаки прояву хвороби: При ураженні на столонах, корінні, корені - і клубенеплодах утворюються коричневі виразки різної величини і форми (плоскі, глибокі, опуклі, сітчасті), але у всіх випадках розтріскуванні. На щойно викопаних корені - і клубенеплодах помітний павутинистий наліт, який зникає при їх підсиханні. При сильному ураженні виразки зливаються, утворюючи суцільну кірку у вигляді струпів.

Поширення та шкодочинність: Хвороба широко поширена в зонах вирощування картоплі. З інших культур вражає буряки, моркву, ріпу, турнепс, брукву, редиску, редьку. Шкідливість парші полягає в зниженні продовольчих і насінневих якостей корені - і бульбоплодів. При ураженні столової картоплі погіршується смак бульб, вони набувають ґрунтового смаку, знижується вміст крохмалю. При ураженні вічок погіршуються насінневі якості бульб, знижується енергія росту та врожайність (до 15— 40%).

Цикл розвитку збудника хвороби: *Streptomyces scabies* (відділ бактерії, порядок актиноміцети). Еволюційне становлення збудника як паразита рослин вивчено недостатньо. Життєвий цикл можна представити наступним чином. Зимують у ґрунті міцелій, спори або інші більш надійні структури типу склероцій, які відомі у представників цього сімейства. Роль ґрунту в життєвому циклі збудника в літературі практично не висвітлюється, а слова «сапрофітно існує», «живе в ґрунті» вживаються щодо актиноміцетів в цілому, що включає сапротрофів і паразитів. В заражених клітинах збудник розмножується: міцелій розростається, з ниток міцелію формуються спороносці, а на них спори (конідії). При розриві перидерми спори потрапляють у ґрунт, де зберігаються тривалий час. Цей факт можна розглядати як еволюційне пристосування збудника до надійного, хоча і примітивного механізму передачі в часі.

3.2. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу ґрунтово-насінневих інфекцій(на прикладі парші звичайної картоплі)

Агроєкологічні умови розвитку епіфітотичного процесу: Розвиток його можливий у широкому інтервалі — від 3 до 33°C при оптимумі 24°C. Зараження рослин відбувається при температурі вище 10°C, досягаючи максимуму при 13-15°C, подальше підвищення температури ґрунту стримує процес ураження, а при температурі вище 26°C він практично сходить нанівець. Зараження протікає ефективніше при вирощуванні рослин-господарів на сухих провітрюваних піщаних ґрунтах, так як збудник — аэроб.

Інфекційне навантаження: Відомо, що при повторній посадці картоплі концентрація збудника в ґрунті швидко наростає. При цьому в 1 г сухого ґрунту міститься до 1 млн пропагул актиноміцетів, з яких приблизно 27% складають збудники парші. Збудник парші не витримує в ґрунті конкуренції з сапротрофними видами цього ж порядку (наприклад, *A. ггаесох*), і його чисельність різко знижується (Гойман, 1954). Це свідчить про те, що *вихідний запас збудника в ґрунті і на бульбах є визначальним у сезонній динаміці епіфітотичного процесу.*

Проникнення та розвиток збудника: У підземні органи рослин - господарів

(переважно в перидерму) збудник проникає через чечевички або ранки. Взаємодія тканин рослини-господаря і збудника залишається маловивченою. Припускають, що у сприйнятливих сортів збудник здатний стимулювати поділ клітин і утворення їх щільного шару. При цьому сповільнюється утворення коркового шару клітин, який виконує роль бар'єра для проникнення збудника. При зараженні стійких сортів навколо паразита швидко виникає шар перидерми, що ізолює його. Тим самим ступінь зараження рослин-господарів значною мірою залежить від швидкості утворення захисного шару клітин, перешкоджає просуванню збудника в нові клітини, що нагадує реакцію надчутливості.

Передача збудника: Н. А. Наумов (1957) вважав роль ґрунту в життєвому циклі збудника основним, а бульби розглядав як додатковий фактор передачі збудника. В подальшому це положення знайшло підтвердження в роботах С. М. Тупеневича (1973), який вивчав розвиток хвороби у польових умовах при різних способах передачі збудника. У його дослідках картопля вирощувалася по картоплі і в сівозміні; у першому випадку моделювалася передача збудника через ґрунт, у другому — відносно здоровий ґрунт.

Передача збудника можлива і через *бульби*. Наявне уявлення про те, що бульби служать джерелом збудника інфекції, хибне, так як всі спроби експериментального зараження відокремлених від столонів молодих і зрілих бульб виявилися безуспішними. Пояснюється це тим, що сформовані бульби не можуть бути джерелом збудника інфекції. Більш того, у міру зберігання бульб популяція гриба на них різко зменшується. Ці дані свідчать про те, що *ґрунт і сформовані бульби є факторами передачі збудника*.

Джерелом інфекції бульби можуть бути тільки в період вегетації, причому переважно в початковій фазі їх формування. Наявні в літературі відомості про зараження бульб картоплі збудником протягом всієї вегетації пов'язані з нечітким представленням про специфіку інфекційного процесу хвороби. За даними С. М. Тупеневича (1973), розвиток хвороби до кінця вегетації знаходиться практично на тому ж рівні, що і на початку її. Більш того, при статистичній обробці даних виявилось, що сезонна динаміка хвороби має негативну швидкість (R) наростання інфекції. При цьому відзначено практично однаковий нахил кривої динаміки ураженості паршею як на великих, так і дрібних бульбах. Можливо, при ураженні бульб паршею звичайною знижується чіткість сприйняття зовнішніх ознак хвороби до кінця сезону, а можливо, мають місце процеси оздоровлення бульб як результат захисних реакцій рослин-господарів. Можна лише констатувати, що до кінця вегетації розвиток хвороби не тільки не зростає, а навіть знижується. Слід також зазначити, що великі бульби з високим вмістом вуглеводів служать більш оптимальним субстратом для паразитування збудника парші звичайної, ніж дрібні.

Характеристика життєвих тактик: Таким чином, паршу звичайну можна віднести до *еволюційно сформованої паразитарної системи*, збудник якої адаптований до розмноження і виживання в агроєкосистемах. *Тактика R* характеризується приуроченістю до розмноження збудника в поверхневих тканинах підземних органів рослин, переважно в багатих органічною масою бульби і коренеплодах у початковий період їх формування. Завдяки використанню в якості

посадкового матеріалу бульби стають чинником масової передачі збудника в агрокосистемах, хоча еволюційно він (збудник) адаптований до передачі в часі через ґрунт.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороби передбачає попередження передачі збудника через ґрунт і посадковий матеріал. При цьому слабка його конкурентоспроможність до сапротрофів ґрунту робить перспективним *біологічний спосіб захисту*. Основна роль у боротьбі з паршею відводиться *агротехнічним заходам* — *сівозміні* з поверненням картоплі на колишнє місце через 4-5 років, запровадженню кращих з фітосанітарної точки зору попередників: озимого жита, зернобобових сумішей, соняшнику, сої, люпину, еспарцету, капусти, огірка. Практикують використання перепрілих органічних добрив або компостів (з корою, тирсою, сміттям) і триходерміну; свіжі органічні добрива вносять тільки під попередню культуру, так як вони посилюють розвиток хвороби. Ефективно поєднання органіки з високими дозами мінеральних, переважно фосфорно-калійних добрив. Азот рекомендується вносити в аммонійній формі, в рядки при посадці - фізіологічно кислі форми азотних і фосфорних добрив: сульфат амонію і суперфосфат (1-1,5 ц / га), особливо при нейтральній і слаболужній реакції ґрунтового розчину.

Знижує шкідливість парші і підвищує врожай *підживлення* картоплі на початку клубнеутворення сульфатом марганцю або сульфатом амонію. Застосування мікроелементів є однією з ефективних заходів боротьби з паршею. Внесення в ґрунт марганцю, міді та бору та позакореневе підживлення сумішшю мікроелементів збільшує стійкість бульб до парші. Особлива увага приділяється марганцю, так як умови, що сприяють захворюванню паршею, збігаються з факторами марганцевого голодування. Встановлено наявність прямої кореляції між розвитком парші звичайної та вмістом марганцю в шкірці бульб. При нестачі цього мікроелемента шкірка стає шорсткою і тріскається, створюються сприятливі умови для проникнення паразита.

Ефективне *внесення органічних і мінеральних добрив* поєднувати з вапнуванням ґрунту невеликими дозами. Наприклад, вапно в дозі не більше 2 т/га прийнято вносити в поєднанні з гноєм (40 т/га) і повним мінеральним добривом з додаванням бормагнієвих (60 кг/га) і борвапняних (1т/га) добрив. У всіх випадках дози мінеральних добрив коригуються згідно з даними агрохімічних картограм ґрунтів.

Насіннєві бульби перед посадкою рекомендується *протруювати* нітрафеном, полікарбаціном або 40% водним розчином формаліну. Обробка бульб 2% розчином бури знижувала кількість нестандартних бульб з числа уражених паршею звичайною у 5,4 рази. Одночасно в 2,3 рази зменшувалася кількість бульб з склероціями ризоктоніозу (Куликова, 1978).

Передпосівне протруювання бульб, а також застосування зеленого добрива як найбільш раціональних способів оздоровлення ґрунту і садивного матеріалу забезпечує високий ефект. Комплекс зазначених прийомів практично виключає можливість передачі збудника з бульбами нового врожаю. Відносно *стійкими* до парші *сортами* є Північна троянда, Бородянський, Агрономічний, Улюбленець, Олев, Столовий 19, Камераз, Берліхінген, Юбель, Вольтман; стійкими — Адретта, Аріна, Пауль, Вагнер.

Обробка результатів та оформлення звіту: Записати хід роботи, описати етіологічну класифікацію хвороб, розглянути приклади хвороб, заповнити Форму 1, відповісти на контрольні питання.

Питання для контролю знань:

1. Охарактеризуйте ґрунтово - насінневі інфекції в цілому:
2. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу ґрунтово-насінневих інфекцій.
3. Охарактеризуйте цикл розвитку чорної ніжки капусти.
4. Охарактеризуйте цикл розвитку раку картоплі.
5. Охарактеризуйте цикл розвитку бугорчастої парша картоплі.
6. Охарактеризуйте цикл розвитку **кіли капусти**
7. Охарактеризуйте цикл розвитку **звичайної парші картоплі**
8. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток кіли капусти
9. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток звичайної парші картоплі
10. Дайте епіфітотіологічну характеристику кіли капусти
11. Дайте епіфітотіологічну характеристику звичайної парші картоплі

Рекомендована література:[1] [2]

3.Лабораторно- практичне заняття №3

ТЕМА: Ґрунтові, або кореневі інфекції: Ґрунтово- повітряні та ґрунтово – повітряно- насінневі інфекції.

Мета: Ознайомити студентів з особливостями епіфітотичного процесу ґрунтово-повітряних та ґрунтово – повітряно- насінневих інфекцій сільськогосподарських культур.

Завдання:

1. Розглянути основні терміни та поняття.
2. Охарактеризувати **ґрунтово – повітряні та ґрунтово – повітряно - насінневі інфекції:** офіобольозна коренева гниль злаків, ризоктоніоз картоплі, вілт хлопчатника, **фузаріозне в'янення**, гелмінтоспориозна гниль злаків, білі гниль.
3. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу ґрунтово-повітряних інфекцій

Обладнання, прилади та матеріали: презентації, гербарій з ознаками уражень хворобами, атласи, довідники, методичні вказівки.

Техніка безпеки та охорона праці: інструктаж

Послідовність проведення лабораторно - практичного заняття:

1. Розглянути загальні теоретичні та практичні положення:

2.Охарактеризувати ґрунтово – повітряні та ґрунтово – повітряно - насіннєві інфекції: офіобольозна коренева гниль злаків, ризоктоніоз картоплі, вілт хлопчатника, фузаріозне в'янення, гелмінтоспориозна гниль злаків, білі гниль.

2.1. Епіфітотіологічна характеристика хвороби ФУЗАРІОЗНЕ В'ЯНЕННЯ *Fusarium oxysporum*

Зовнішні ознаки прояву хвороби При ураженні на коренях та прикореневої частини стебла з'являються бурі, майже чорні, смужки (коренева гниль), які в умовах підвищеної вологості покриваються білим або злегка рожевим нальотом спороношення гриба, що складається з грибниці, конідіоносців і конідій. Конідії безбарвні, серповидні, з 3-5 поперечними перегородками. Рослини в'януть і легко висмикуються з ґрунту. На зрізі стебел помітно потемніння судин.

Поширення та шкодочинність. Широко поширене захворювання. Вважає понад 150 видів рослин, у тому числі бавовник, овочеві культури (томати, огірки, капуста), картоплю, зернові (пшениця, ячмінь), льон, люцерну, коноплю, тютюн, махорку і ін. Недобір урожаю від хвороби зазвичай досягає значних розмірів — не менше 60 %.

Збудник хвороби : гриб *Fusarium oxysporum* належить до порядку гіфоміцетів, класу недосконалих грибів. Відзначено наявність спеціалізованих форм і рас, приурочених до певних рослин-господарів

2.2.Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу ґрунтово - насіннєвих інфекцій(на прикладі фузаріозного в'янення).

Агроєкологічні умови розвитку епіфітотичного процесу

При високій вихідній популяції збудника в ґрунті захворювання особливо небезпечно при зараженні рослин на ранніх фазах їх розвитку. Ймовірно, саме тому *масове фузаріозне в'янення* сільськогосподарських культур в більшій мірі зазначено у роки з *недостатнім і нестійким зволоженням*, коли рослини-господарі відчувають дефіцит вологи і цей стрес-фактор знижує стійкість рослин до інфекції, пригнічує ростові процеси, викликає глибокі порушення вуглеводного, азотного обмінів в них. В таких умовах складаються більш сприятливі умови для прояву паразитичних властивостей збудника. При водному дефіциті зараження тканин багаторазово зростала, гальмуючи процес їх загоєння. Крім ґрунту, збудник зберігається в рослинних залишках, якщо інфіковані пожнивні залишки покрити тонким шаром ґрунту.

Інфекційне навантаження: *Сезонна динаміка епіфітотичного процесу* при передачі збудника через ґрунт в графічному зображенні нагадує S-образну криву, яка в залежності від стійкості сорту в різний час виходить на плато: при вирощуванні стійких сортів значно раніше і при меншому загальному рівні розвитку хвороби, ніж при обробітку сприйнятливих. Чим більше щільність популяції пропагул збудника в ґрунті, тим вище ступінь розвитку хвороби. Кількісні показники цієї закономірності на різних сільськогосподарських культурах і ґрунтах з різною супресивністю неоднакові. За даними С. Сміта і Ст. Снайдера, дуже сильний розвиток фузаріозу батату відзначено при наявності в 1 г ґрунту 5 тис. хламідоспор, в той час як при 50 хворих рослин не зареєстровано (Сидорова, 1983). Французькими вченими показано, що на супресивних ґрунтах зараження гарбузових, капустияних і томату збудником було

відсутнє навіть при присутності 2400 пропагул/г ґрунту. На кондуктивних ж ґрунтах рослини гинули, починаючи з 50 і більше пропагул/г ґрунту. Загальний теоретичний індекс заселення ґрунтів *F. oxysporum*, *F. solani* вище в кондуктивному ґрунті, ніж у супресивному. Внесення глюкози у концентрації 0,1 мг/г було достатнім, щоб збільшити популяцію видів роду *Fusarium* у кондуктивному ґрунті в 1,5 рази. Для такого зростання популяції в супресивному ґрунті концентрація глюкози повинна бути вище в 10 разів. Це пов'язано з тим, що рівень фунгістатичної дії більш високий у супресивному ґрунті і зумовлений, на думку авторів, конкуренцією мікробів за джерела енергії (Alabouvette e. a., 1985).

Супресивність ґрунту багато в чому обумовлена біотичними факторами. В одних агроекосистемах супресорами були швидкозростаючі в ґрунті сапротрофні гриби — *Mucor plumbeus*, *M. hiemalis*, *Trichoderma viride*, *Penicillium* sp.; при внесенні їх у ґрунт у поєднанні і окремо відзначено пригнічення фузаріозу зернових бобових культур (Lin, Cook, 1979). Проте, в інших екологічних умовах, наприклад на посадках томату, супресивність ґрунтів була обумовлена переважно бактеріями *Bacillus subtilis*, а в посівах льону — *Pseudomonas* spp., на картоплі та інших культурах — *Trichoderma harzianum* окремо або в поєднанні з *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium funicolosum*. При концентрації антагоністів 5-105/г ґрунту щільність популяції збудника знизилася з 600 до 200 пропагул/г ґрунту, в той час як при їх відсутності вона зросла до 5-10¹⁰ (Marois, Mitchell, 1981). Підвищення супресивності ґрунтів можна досягти шляхом підбору певних культур. Так, при введенні в сівозміну конюшини, вівса, люпину, картоплі співвідношення між збудником фузаріозного в'янення льону і сапротрофною мікрофлорою ґрунту зросло з 1:14 до 1:44— 1:70, що значною мірою підвищило супресивність ґрунтів і знизило загибель сходів льону на 30-40%. При цьому щільність популяції збудника зменшилася у 3 рази. У беззмінних посівах льону біологічна рівновага між патогенними і сапротрофними видами у ґрунті порушується, внаслідок чого частка збудника фузаріозного в'янення у загальній структурі мікоценоза, що включає 34 види, в деякі роки зростала до 90%, що викликало масове захворювання рослин. Слід також зазначити, що збудник хвороби, як і інші види цього роду, досить чутливий до вологості ґрунту і при значеннях вище 25% від повної вологості, гине.

Проникнення та розвиток збудника: Основним чинником передачі збудника є ґрунт. Як і збудник вілту, гриб проникає в рослину через кореневу систему, а потім поширюється по судинах. При ураженні фузаріозом із загоєнням тканин після їх травмування утворення і розсіювання конідій не відбувається. Додаткова передача збудника можлива також через насіння, а протягом вегетації — повітряно-крапельним шляхом за допомогою конідій. Значення цього механізму передачі особливо зростає в захищеному ґрунті.

Характеристика життєвих тактик: Таким чином, фузаріозне в'янення є паразитарна система, що сформувалася, збудник якої має всі три еволюційні тактики, що доповнюють один одного — *P*, *B* і *T*. Тактика *P* гарантується не тільки можливістю багаторазового продукування конідій, але і широким колом рослин-господарів, а також надійної тактикою *B*, яка реалізується хламідоспорами і покоящимся міцелієм. За даними В. І. Білай, В. А. Элланской, К. Т. Горбик (1975),

хламідоспори мають більшу кількість ядер, ніж конідії. Багатоядерність хламідоспор підвищує надійність тактики завдяки збереженню їх під захистом пожнивних залишків рослин-господарів безпосередньо в ґрунті, а міцелію також в насінні, рослинних рештках і, можливо, в ґрунті. Запас міцності пропагул досить високий: вони не втрачають життєздатності в ґрунті протягом 5 років і більше. Крім того, збудник здатний заражати кореневу систему бур'янів (лобода біла, мишей сизий та ін.), не викликаючи в них помітних симптомів, що також підвищує потенціал виживання збудника при відсутності основних рослин-господарів.

Стратегія комплексного захисту рослин від фузаріозу повинна передбачати підвищення супресивності ґрунтів і підтримання їх вологості на оптимальному для сільськогосподарських культур рівні (не менше 60% від повної вологоємності) для переривання механізму передачі збудника через ґрунт, а також використання для посіву насіння, вільних від збудника. Особливе значення має вирощування стійких сортів. З метою оздоровлення ґрунтів в польових сівозмінах використовують чорний пар, а також 5-6-річну перерву в вирощуванні сприйнятливих культур. Важливе систематичне закладення інфікованих рослинних залишків. У захищеному ґрунті проводять дезінфекцію ґрунтів на всіх етапах вирощування культури (зnezараження основного ґрунту, торфосумішів для перегнійних горщечків та підсіпки). Ефективне вирощування розсади без пікірування в торф'яних кубиках, дотримання культуурообігу, збагачення ризосфери рослин або субстрату антагоністами, зокрема *Trichoderma viride*, шляхом дражування насіння (400 г/ц) та додаткового внесення препарату при посадці розсади в ґрунт і протягом вегетації ($2,7 \cdot 10^{10}$ спір на 1 рослину). Надмірно високий вміст видів роду *Trichoderma* в почвоґрунтах тепличних комбінатів нерідко призводить до пригнічення розвитку іншої корисної мікрофлори і рослин. Рекомендується, щоб частка видів цього роду в структурі микоценозу не перевищувала 45%. При цьому значення рН повинні знаходитися в межах 4,5—7,5. В лужному середовищі (рН 8,5—9,0) триходерма практично не розвивається (Коломнікова, Новікова, 1983). Пригнічення фузаріозного вілту бавовнику досягається при співвідношенні між збудником і популяцією триходерми, що вноситься, 1:8 і 1:10 за умови, що на частку триходерми припадає не більше 30-35% усіх грибів (Жуковська, Плюсіна, 1984). Польовими дослідженнями показано можливість біологічного способу боротьби з збудником хвороби на помідорах за допомогою бактерій-антагоністів *Pseudomonas mircophaga* (штам Д-1). Розсаду помідорів перед висадкою в ґрунт обробляли шляхом замочування коренів протягом 3,5 год. в семидобовій культуральній рідині бактерії (розведення 1:100), змішаної з ґрунтом до кашкоподібної консистенції. На площі 20 га ураженість фузаріозним в'яненням знизилася з 28,2 до 0,8%; урожай плодів при цьому збільшився з 181 до 239 ц/га. Щоб уникнути передачі збудників через насіння проводять їх сортування, очищення, калібрування і протруювання ТМТД або фундазолом. Зараженість насіння ярої пшениці та льону після протруювання не повинна перевищувати 5%. Для підвищення стійкості рослин до інфекції рекомендується уникати вирощування польових культур на ґрунтах з низьким значенням рН та високим вмістом нітратного азоту. Добрива слід вносити відповідно з даними агрохімічних картограм. У захищеному ґрунті важливо підтримувати оптимальні умови для вирощування огірків і помідорів: вологість ґрунту

85-90% від повної вологоємності, температура 20-26°C (вночі не нижче 18-20°C, вдень не вище 30°C), полив підігрітою водою (не вище 25°C).

Для попередження передачі збудника повітряно-краплинним шляхом проводять обприскування посівів фундазолом.

Обробка результатів та оформлення звіту: Записати хід роботи, описати етіологічну класифікацію хвороб, розглянути приклади хвороб, заповнити Форму 1, відповісти на контрольні питання.

Питання для контролю знань:

- 1.Надайте загальну характеристику ґрунтовим, або кореневим інфекціям сільськогосподарських культур.
- 2.Чим відрізняються між собою ґрунтово- повітряні та ґрунтово – повітряно-насінневі інфекції?
3. В чому особливість епіфітотичного процесу ґрунтово- повітряних інфекцій сільськогосподарських культур?
- 4.В чому особливість епіфітотичного процесу та ґрунтово – повітряно- насінневих інфекцій сільськогосподарських культур?
5. Охарактеризуйте цикл розвитку офіобольозної кореневої гнилі злаків
- 6.Охарактеризуйте цикл розвитку ризоктоніозу картоплі.
7. Охарактеризуйте цикл розвитку вілт хлопчатника.
8. Охарактеризуйте цикл розвитку гелмінтоспоріозної гнилі злаків
9. Охарактеризуйте цикл розвитку білої гнилі.
10. Охарактеризуйте цикл розвитку фузаріозного в'янення
11. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток фузаріозного в'янення
12. Дайте епіфітотіологічну характеристику фузаріозного в'янення

Рекомендована література:[1] [2]

4. Лабораторно- практичне заняття №4

Тема: Краплинно - повітряні або листо - стеблові інфекції: Аерогенно-пилові та аерогенно - насінневі інфекцій:

Мета: Ознайомити студентів з особливостями епіфітотичного процесу краплинно – повітряних або листо- стеблових інфекцій групи аерогенно- пилових та аерогенно - насінневих інфекцій сільськогосподарських культур.

Завдання:

- 1.Розглянути основні терміни та поняття.
 - 1.1.Епіфітотіологіческая адаптація наземно-повітряних або листо- стеблових інфекцій
 - 1.2.Розробка систем захисту проти наземно-повітряних або листо-стеблових шкідливих організмів

2. Охарактеризувати розвиток та прояв **аерогенно- пилових інфекцій: бура їржа пшениці, борошниста роса злаків**

3. Охарактеризувати розвиток та прояв **аерогенно- насінневих інфекцій: церкоспороз цукрового буряку**, макроспоріоз та альтернаріоз картоплі

4. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу краплинно - повітряних або листо - стеблових інфекцій

Обладнання: презентації, гербарій з ознаками уражень хворобами, атласи, довідники, методичні вказівки.

Хід роботи:

1. Розглянути основні терміни та поняття

1.1. **Епіфітотіологіческая адаптація наземно-повітряних або листо-стеблових інфекцій**

Група **наземно-повітряних або листо-стеблових шкідливих організмів є найчисленнішою**. Її шкодочинність різко зросла при переході до інтенсивних технологій обробітку с.-г. культур, в умовах спеціалізації і концентрації с.-г. виробництва. Тому надзвичайно важливо знати екологічні основи захисту рослин від цієї групи шкідливих організмів.

Значна частина **життєвого циклу наземно-повітряних або листо - стеблових шкідливих організмів** протікає в повітряному середовищі, переважно в нижніх шарах атмосфери - тропосфері (висота до 10 км), де вони піддаються впливу сонячної радіації, вітру, вологості, температури.

У такому мінливому екологічному середовищі тиск природного відбору сприяло виробленню у біологічних видів **ознак r-стратегів**, які характеризуються **наступними особливостями:**

- **превалюючі затрати зусиль адаптацій на тактику R** у загальних витратах на основні види життєдіяльності. При цьому **швидке нарощування репродуктивного потенціалу** забезпечується **за рахунок повітряно - крапельного механізму горизонтальної передачі збудників**, що гарантує багатократне відтворення циклу безстатевого розмноження за сприятливих гідротермічних умов. Виникає в результаті генетична однорідність популяції збудників повітряно - крапельних інфекцій, яка служить сильною і одночасно вразливою стороною тактики R, так як при наявності генетично несумісних популяцій рослин-господарів швидкість наростання репродуктивного потенціалу генетично однорідних нащадків збудника буде загальмованою або повністю припиненою. Саме тому стратегія боротьби з даною групою інфекцій повинна передбачати збільшення генетичного різноманіття несумісності оброблюваних рослин-господарів (створення стійких сортів), а також зниження генетичної різноманітності популяції збудника шляхом придушення в їх життєвому циклі статевої стадії та інших генетичних рекомбінацій, за рахунок яких збільшується генетичне різноманіття популяції.

- **переважання у збудників повітряно-крапельних інфекцій тактики R обумовлює пульсуючий цикл сезонної і особливо багаторічної динаміки епіфітотического процесу**, яка значною мірою залежить від швидкості наростання інфекції при настанні сприятливих гідротермічних умов у сумісну фазу розвитку рослин-господарів. Зазначена закономірність враховується в практиці захисту рослин для прискорення

проходження фаз рослин-господарів шляхом застосування агрохімічних заходів з тим, щоб створити несумісність з періодом масового розмноження збудника;

- відносно **невеликі зусилля адаптації** збудники повітряно - крапельних інфекцій витрачають на тактику, яка компенсується у них зимівлею в багаторічних диких або культурних рослинах-господарях, або безперервним з року в рік перебуванням в зимовий період в посівному матеріалі. Необхідність значних затрат на виробництво стійких структур часто відпадає. Тактика є однією з уразливих ланок у життєвому циклі збудника, обумовлюючи низький «стартовий» рівень сезонної динаміки прояву епіфітотического процесу;

- **багаторазове (поліциклічне) відтворення нащадків** у збудників повітряно-крапельних інфекцій обумовлює найвищу швидкість сезонної динаміки епіфітотического процесу.

Характерною особливістю всіх фітопатогенів цієї групи є наявність широких трофічних екологічних ніш, а отже, необхідного запасу ресурсів для розмноження при настанні сприятливих гідротермічних умов.

1.2. Розробка систем захисту проти наземно-повітряних або листо-стеблових шкідливих організмів

Стратегія захисних заходів проти повітряно-наземних шкідливих організмів **складається:**

- у забезпеченні генетичної та фізіологічної стійкості рослин, особливо в критичну фазу ураження їх шкідливими організмами;

- гальмування інтенсивності розмноження і механізму передачі шкідливих організмів, включаючи локалізацію в осередках;

- переважно локальному зниженні чисельності у місцях концентрації популяцій у разі перевищення ЕПШ.

Розробці систем захисних заходів передують спостереження і обліки чисельності та структури популяцій шкідливих організмів в ареалах, складання сезонного та короткострокового прогнозів епіфітотического процесу, включаючи динаміку чисельності популяцій. Для повного придушення епіфітотического процесу необхідно, щоб його швидкість була зведена до нуля. Для цього розробляється система захисних заходів.

Проти групи наземно-повітряних або листо-стеблових шкідливих організмів застосовують вирощування стійких або витривалих сортів, просторову ізоляцію вирощуваних культур, комплекс агротехнічних заходів, які забезпечують вихідну фізіологічну стійкість, високий ритм ростових процесів, конкурентоспроможність рослин при густоті посіву і збалансованому мінеральному живленні. Крім того, локально або суцільним обприскуванням застосовують пестициди.

Механізм дії окремих заходів на життєвий цикл шкідливих організмів обумовлений перериванням або зниженням розміру їх трофічних ніш, а також попередженням розмноження, погіршенням або перериванням виживання шкідливих організмів. Зазначені механізми призводять до зниження чисельності шкідливих організмів нижче ЕПШ. Знання механізму дії окремих заходів дозволяє проводити інтеграцію їх позитивної дії для отримання максимального біологічного ефекту за фітосанітарної

оптимізації умов для функціонування вегетативних і генеративних органів у наземно-повітряному середовищі.

Наприклад, для звуження трофічних ніш фітопатогенів і фітофагів, а також попередження їх розмноження важливо застосовувати комплекс заходів:

- вирощування стійких сортів;
- збалансоване мінеральне живлення;
- вдосконалення сівозмін та агроландшафтів шляхом створення генетично гетерогенних посівів, підсіву нектароносів для підвищення чисельності та активності ентомофагів в системі: рослина-фітофаги - ентомофаги.

Цей комплекс заходів активізує довгостроково діючі (протягом одного і більше вегетаційних періодів) механізми саморегуляції фітосанітарного стану надземних вегетативних і генеративних органів.

Проти бур'янистих рослин вирішальне значення має використання комплексу заходів, що переривають їх виживання і розмноження:

- збір насіння бур'янів у зерноуловлюючі комбайни (або спільно), а потім знищення після очищення насіння на току;
- підкошування бур'янів до їх досягання і осипання;
- маневрування основного і передпосівного обробітку ґрунту для зниження запасу у ґрунті насіння бур'янів;

Цей комплекс заходів на 80-90% вирішує проблему зниження засміченості посівів малолітніми бур'янами без застосування гербіцидів.

1.3. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу краплинно-повітряних або листо - стеблових інфекцій.

До цієї групи належать найбільш поширені і шкідливі, інфекційні хвороби різноманітних сільськогосподарських культур. Хвороби розглянутої групи продовжують ретельно досліджуватися, так як при інтенсивному землеробстві шкодочинність їх різко зростає. Це свідчить, насамперед, про те, що епіфітотіологія даних хвороб вивчена недостатньо, особливо з позицій ЕСС паразитарних систем. Тому представляє інтерес аналіз стратегії поведінки збудників листо-стеблових інфекцій та порівняння її з ґрунтовими патогенами.

2. Охарактеризувати розвиток та прояв аерогенно- пилових інфекцій

Епіфітотіологічна характеристика хвороби

БУРА ІРЖА ПШЕНИЦІ *Puccinia recondita*

Зовнішні ознаки прояву хвороби: При взаємодії збудника і рослини-господаря на листках, і листових піхвах з'являються іржаво-бурі округлі або овальні, пилючі, безладно розташовані урединії довжиною 1,0—1,5 мм, зі слабо вираженою здатністю до злиття. Навколо урединій, величина і форма яких варіює залежно від сприйнятливості сортів пшениці до інфекції, часто відзначаються хлоротичні і некротичні ділянки тканини. На стійких сортах пустоли не утворюються або утворюються дуже дрібні, облямовані відмерлою тканиною. До кінця вегетації з'являються чорні теліоспори, під час дозрівання яких ядра зливаються. Розмір урединіоспор 18-26 X 17— 22 мкм, теліоспор 30—41X14—17 мкм.

Поширення та шкодочинність: Хвороба поширена повсюдно, але особливо в зонах достатнього і помірного зволоження.

У звичайні роки недобір врожаю зерна ярої пшениці від бурої іржі не перевищує 5%, в роки епіфітотій він збільшується до 40-60%. **Збудник** — ***Puccinia recondita*** належить до порядку ржавчинних грибів, класу базидіоміцетів. Відрізняється гетерогенною структурою популяції, розпадаючись на форми і раси, приурочені в тій чи іншій мірі майже до 30 рослинам-господарям.

Цикл розвитку збудника хвороби: При сильному ураженні уредопустулами покривається майже вся листова пластинка і листя скручуються. У епіфітотій стадії форма заражає лещицю, василистник, воловик, ломоніс маньчжурський та інші види ломоносів. Що стосується інших проміжних рослин-господарів, то їх роль в життєвому циклі збудника залишається нерозкритою. З зарубіжної літератури відомо, що в гірських районах Непалу і Гімалаях василистник може бути настільки ефективним проміжним господарем, що рівень розвитку хвороби на ньому включається в біокліматичну модель для прогнозу бурої іржі на пшениці. Друга форма збудника володіє більшою пластичністю до факторів навколишнього середовища, заражаючи пшеницю, озиме жито, ячмінь, багаторічні злаки. При скороченому циклі збудник зимує у уредініюстадії (у вигляді уредініогрибниці) частіше на озимій пшениці та озимому житю, рідше — на пирії (повзучому, черепитчатому), ломкоколоснику ситниковому, кострецю м'якому, мятлику звичайному і узколистному, овсяниці луговій, житняку черепитчатому, тимофіївці, егілопсі (Гешеле, 1956; Чулкіна, Ашмаріна, Коломнікова та ін, 1981). Саме на озимих (пшениця, жито) або багаторічних диких злаках формується навесні **первинне джерело збудника інфекції**. Однак масове розмноження збудника в Сибіру відбувається на ярої пшениці, де на 1 см² листа налічується до 16 пустул, в кожній з яких від 2 до 56 тис. спор.

Агроекологічні умови розвитку епіфітотіологічного процесу: Пустули можуть продукувати спори протягом двох тижнів. Цьому сприяють відповідні відносна вологість (60-70%) і температура повітря (18°C — вночі, 22°C — вдень). У розрахунку на 1 га протягом доби може утворюватися до 3,2 X 10¹³ спір (Цадокс, 1970), що мінімум на два порядки більше, ніж у збудника гелмінтоспориозної гнилі.

При наявності сприятливих гідротермічних умов **збудник дає 5-8 генерацій і більше**, тому навколо джерела збудника інфекції порівняно швидко формується **епіфітотіологічний осередок**, з якого спори поширюються по території повітряними течіями. Уредініоспори відокремлюються від ураженого листа при швидкості вітру 0,5—0,8 м/с. По мірі збільшення швидкості вітру зростає і інтенсивність відокремлення спір (Степанов, 1962).

Інфекційне навантаження: Як показали обліки, максимальна щільність популяції спір у повітряному середовищі над осередками. Встановлено також, що більша частина спор (близько 63%) залишається в межах поля; на 20 м відноситься вітром приблизно 35% спор і на 50 м — лише 16%. При цьому вже на відстані 50 м спори рівномірно розподілені по всьому шару повітря, що враховується. В інших умовах вирівнювання щільності популяції спор відбувається при віддаленні від осередка на 72 м.

Поширення та розвиток збудника: Загальна відстань, на яку поширюються

спори ржавчинних грибів, досить значна. При експериментальному вивченні цього питання на іншому вигляді гриба цього роду (*P. chondrillina*) з'ясовано, що гриб успішно перекидає відстані від джерела інфекції в 3, 5 і 10 км в залежності від погодних умов року. На зазначених відстанях зазначено покриття пустулами гриба відповідно 5, 11 і 10% популяції рослин (Adams, Line, 1984). Відомі випадки видалення окремих спор від осередку на тисячі кілометрів.

Уредініоспори розносяться повітряними течіями переважно вдень в суху погоду і при періодичному випаданні опадів. Затяжні дощі стримують поширення збудника. **Хмарними утвореннями** спори можуть переноситися на значні відстані. Хмари захищають їх від згубної дії сонячної радіації, а при випаданні з краплями дощу створюються умови, сприятливі для зараження рослин. В шарі повітря 1300-2100 м міститься 80—90% спор у концентрації 10-200 екз./м³. Найбільше значення в перенесенні спор має **фронтальна хмарність**. При цьому *опаді, що випадають, містять 82,0—96,3% загальної кількості спор* (Мостовий, Хитрова, Турапін та ін, 1988). У повітряному середовищі одночасно або періодично можуть бути присутніми уредініоспори місцевого походження (з місцевих джерел інфекції) і занесені вітром з суміжних територій.

Характеристика життєвих тактик Як і багато інші хвороби, *бура іржа* сформувалася паразитарної системою, збудник якої має чітко виражені тактики *P*, *V* і *T*. При цьому **тактика *P* домінує** завдяки пристосуванню збудника до активного пошуку рослин-господарів у просторі. Підвищені вимоги збудника до гідротермічних умов навколишнього середовища відселектовані на всіх основних фазах його життєвого циклу, але особливо на фазах повітряно-крапельного механізму передачі в просторі. При відповідності гідротермічних умов вимогу популяції збудника він здатний не тільки швидко реалізувати механізм передачі, але й інтенсивно розмножуватися, формуючи на озимих більше 10 генерацій нащадків.

Значно **слабше розвинута тактика *V***. Потреба в ній часто відпадає, так як збудник і взимку, і влітку знаходиться в екологічній ніші під захистом клітин і тканин рослин-господарів. Саме тому зимуючі рослини-господарі являють собою небезпечну точку в екосистемах, де формується **початковий епіфітотичний осередок збудника**, який повинен перебувати під наглядом служб діагностики і прогнозу. *З метою екологізації захисту рослин, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища фунгіцидні обробки слід проводити тільки в епіфітотичних осередках біля зимуючих рослин-господарів, не допускаючи поширення спор на величезні масиви озимої і особливо ярої пшениці.*

Призначені для тактики *V* такі пропагули як теліоспори в природних умовах, особливо в зонах обробітку ярої пшениці, де відсутні проміжні рослини-господарі, є абортивними і являють собою тупиковий ланцюг в циклі розвитку гриба. І тільки в рідкісних випадках в районах вирощування проміжних господарів не виключена можливість реалізації тактики *V* збудника завдяки перезимівлі теліоспор і зараження зазначених господарів. Надзвичайно важлива експериментальна перевірка можливості реалізації цієї тактики в сучасних умовах з позицій ЕСС паразитарних систем.

Витрати зусиль збудника на тактику *T* декілька вище, ніж на тактику *V*. Розширення кола рослин-господарів за рахунок багаторічних і однорічних видів у

природних і агроєкосистемах по суті компенсує недоліки тактики В.

Припускають, що **агресивність збудника бурої іржі контролюється двома генними системами**: по-перше, зайвими генами вірулентності — так званими олігогенами; по-друге, малими генами — відповідними генами стійкості з малим фенотиповим проявом. Мінливість за малими генами веде до підвищення агресивності, і, отже, конкурентоспроможності. Виявлено відмінності в концентрації вірулентних рас в різних географічних популяцій цього збудника. Вдалося простежити шляхи міграції вірулентних рас збудника хвороби з Північного Кавказу й України в європейську частину Росії. У Поволжі, і в тих районах європейської частини країни, де немає озимих, зміна складу вірулентних рас в популяції збудників відбувається слідом за змінами на Північному Кавказі і Україні. З Поволжя і Башкирії популяції збудника поширюються повітряними течіями на посіви пшениці Північного Казахстану та Західного Сибіру. Безпосередньо з Північного Кавказу в Північний Казахстан і Сибір передача вірулентних рас збудника не відбувається.

Таким чином, **контроль за зміною популяцій** збудника бурої іржі пшениці у центрах їх первинного походження має величезне значення для всіх зерносіючих зон, так як дозволяє прийняти необхідні заходи для попередження поширення вірулентних рас, а отже, зміни структури регіональних популяцій в небажану сторону.

У **структурі популяції збудника бурої іржі зафіксовано 60 фізіологічних рас**, які характеризуються значною агресивністю на районованих сортах ярої пшениці.

Механізм передачі збудника: *Процес зараження* рослин ярої пшениці расами ендогенної або екзогенної популяції збудника починається з осідання і проростання уредініоспор. Осідання спор значною мірою залежить від швидкості вітру і опушеності листя рослин-господарів. Кількість спір, що осідають у посівах пшениці, наприклад, зі збільшенням швидкості вітру знижується. На опушених листках вони утримуються краще і в більшій кількості, ніж на не опушених.

При наявності крапельно-рідкої вологи спори проростають однаково інтенсивно (81,2-91,6%) на поверхні як стійких, так і сприйнятливих рослин. Між кількістю осілих і пророслих спор відзначається тісна залежність ($r = 0,99$). На цьому етапі життєвого циклу збудника велике значення має краплеутримуюча здатність листя рослин-господарів.

Проростання і впровадження уредініоспор при наявності краплинно-рідкої вологи відбувається в досить широкому діапазоні температур: від 2 до 32°C. При оптимальній температурі (приблизно 20°C) проростання починається через 1 год., апресорії утворюються через 3 год., а проникнення інфекційної гіфи в клітини рослин-господарів – через 4 год. При відхиленні гідротермічних умов від оптимуму всі процеси життєвого циклу збудника сповільнюються.

За даними Н. А. Наумова, **інкубаційний період збудника** складає при 25°C — 6 днів, при 35°C – 9 днів, а при 2°C – 21 день (Степанов, 1962). При температурі вище 30-35°C симптоми хвороби не проявляються, псути закладаються під епідермісом і не відкриваються. У разі настання сприятливих гідротермічних умов міцелій збудника відновлює життєдіяльність. Вплив більш високих температур (40-42°C) збудник може витримувати не більше 3 діб. В цілому підвищена температура (понад 36°C) пригнічує

розвиток збудника, зменшує розмір і кількість пустул, знижуючи тим самим інтенсивність споруляції. Розвиток хвороби припиняється, з'являються на листках некротичні плями, які нерідко приймають за опіки. В посушливих умовах щільність популяції збудника інфекції формується дуже низька, проте агресивність спор зростає (Воронкова, Сидорина, 1974; Купріянова, Жохова, 1981).

При оптимальній температурі (15-22°C) *тривалість уредініогенерації* не перевищує 7-9 днів. Пустули покривають до 70-80% площі листа. В умовах Сибіру у липні формується 1-2 генерації гриба, а в серпні 4-6. Помічено, що *епіфітотичні спалахи хвороби* відзначені в роки, коли температура у вказані місяці була в межах оптимальної. Найбільш значущим показником у всіх зонах є ГТК (гідротермічний коефіцієнт) за червень — серпень: частка його впливу на розвиток хвороби становить від 41,0 до 47,2% загальної мінливості динаміки хвороби по роках.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороб. За наявними даними, *розміщення пшениці по пару при інтенсивних технологіях підвищує її сприйнятливості до інфекції в 1,5—2 рази*: після пари розвиток бурої іржі склало 51,5%, а після кукурудзи і соняшнику — відповідно 26,5% і 20,5%. Це пояснюється біологічними особливостями збудника — здатністю заражати потужні рослини з підвищеним вмістом загального азоту, які, як правило, більш затінені і на яких довше тримається роса. Паразитичну активність збудника стимулюють і нітратні форми азоту, переважаючи в ґрунті парового поля.

Переважає в структурі пшеничного поля пізньостиглих і середньостиглих сортів ярої пшениці, як і високі норми мінеральних добрив, також сприяють розвитку бурої іржі. Однак слід зазначити, що на фоні мінерального живлення рослин підвищення сприйнятливості їх до інфекції неабсолютно: така ситуація спостерігається зазвичай при внесенні перших високих норм мінеральних добрив, особливо азотних; потім процес стабілізується і навіть слабшає. Так, в наших дослідах розвиток бурої іржі ярої пшениці зростала при підвищенні норми повного мінерального добрива з 40 до 80 кг/га д. в. Подальше збільшення норми мінерального добрива (до 120 кг/га д. в.) сприяло зниженню розвитку інфекції, особливо на посівах скоростиглих сортів. Відмінності в ураженості рослин між низьким (40 кг/га д. в.) і високим (80-120 кг/га д. в.) фонами мінерального живлення зберігалися за всіма трьома групами сортів — ранньостиглими, середньостиглими і пізньостиглими. *Тому не випадково обробка фунгіцидами на тлі підвищених норм мінеральних добрив забезпечувала більш високу прибавку врожаю зерна.*

При обприскуванні посівів пшениці сорту Новосибірська 67 у фазу куціння 60%-вим водним розчином туру (3 л/га) розвиток бурої іржі становила 29,9% проти 12,6% на контролі, без застосування препарату. Перехід до ґрунтозахисної технології обробки ґрунту стабілізує або знижує інтенсивність розвитку іржі (Чулкіна, Ашмаріна, Коломнікова та ін, 1981).

Викладені особливості поведінки паразитарної системи дозволяють сформулювати стосовно до бурої іржі стратегію комплексного захисту рослин як необхідність попередження механізму горизонтальної передачі збудника в просторі з первинних епіфітотичних осередків, які формуються на озимих культурах (можливо багаторічних злаках) в агроєкосистемах і на багаторічних злаках в природних

екосистемах. Селекція на стійкість до хвороби озимої пшениці має величезне значення, так як дозволяє знизити її роль як первинного джерела збудника інфекції.

В цьому зв'язку особлива увага приділяється вирощуванню *стійких сортів*, головним чином скоростиглих. Підвищеною стійкістю і толерантністю мають Омська 9, Росіянка, Луганська 4, Харківська 46, Алмаз, Безенчукська J39, Кутулукська, Іртишанка 10, Московська 35.

Не менш *важливо застосовувати оптимальні норми і по можливості ранні строки посіву, збалансовані дози мінеральних добрив, особливо азотних*. З підвищенням вмісту азоту в підживлення рослин з протягом вегетації при інтенсивній технології обробітку тип реакції навіть сортів-дифференціаторів мав тенденцію змінюватися від стійкості до сприйнятливості.

Протруювання насіння, рекомендовано для озимих культур як обов'язковий прийом, на ярій пшениці застосовувати не слід з двох причин: по-перше, з-за відсутності передачі збудника через насіння, по-друге, із-за пізнього (в кінці вегетації) розвитку хвороби, коли дія навіть системних препаратів закінчується.

При ранньому появі іржі і прогнозі сприятливих гідротермічних умов для її розвитку необхідно застосовувати *контактні або системні фунгіциди*. При цьому можна керуватися наступними даними про можливі втрати врожаю (в %) в залежності від фази прояви хвороби: - кущіння - 90-97%, вихід в трубку - 50-60%, колосіння, 30-40%, цвітіння - 24-33%.

Мета застосування фунгіцидів – зберегти флагові листя в зеленому функціонуючому стані в період наливу зерна. Для зниження швидкості наростання інфекції насамперед в епіфітотичних осередках, а при необхідності і на вегетуючих рослинах рекомендується обприскування посівів фунгіцидами (цінеб, полікарбацин, байлетон, тілт). При авіаобприскуванні витрачають 50 л робочої рідини на 1 га, при наземному - 200-300 л. Тілт, байлетон і цінеб можна застосовувати в суміші з метафосом і сечовиною для одночасної боротьби з хворобами і шкідниками, а також для азотної підгодівлі рослин. Бакові суміші готують і використовують в день їх застосування.

Надзвичайно важливо правильно вибрати *термін обприскування*. Рішення про необхідність застосування фунгіцидів приймають при появі перших ознак бурої іржі і ураженні не більше 1% пластинки підфлагового і флагового листка з урахуванням короткострокового прогнозу її розвитку, рівня врожаю та інших факторів.

Урожай зерна при обробці посівів у фазу колосіння завжди вище, хоча біологічна ефективність фунгіцидів при обробках напочатку молочної стиглості буває рівною або навіть трохи вище. Це пояснюється тим, що обприскування посівів у фазу колосіння фунгіцидами типу тілта і байлетона з тривалою (майже 4 тижні) дією дозволяє надійно захистити флагові листи від хвороби навіть при пізньому її розвитку — у фазу молочної стиглості. Цього терміну достатньо, щоб в період наливання зерна, коли розвиток іржі досягає максимуму, захисна дія фунгіцидів зберігалася. Спостереження показали, що при інтенсивній технології вирощування пшениці завдяки фунгіцидам 82-98% флагових листків залишалися зеленими в період наливу; фотосинтез і налив проходили нормально, при цьому вміст хлорофілу в листках зростала в 2-2,5 рази.

На фоні фунгіцидних обробок у рослин молочно-воскової і особливо воскової стиглості листя поступово жовтіли і відмирили, в той час як на контрольних варіантах (без фунгіцидів) відзначено більш швидке (на 10 днів раніше, а при сильному розвитку хвороб — протягом 2 діб) їх засихання. Збирання врожаю в різні роки і по різних сортах проводилася на 3-6 днів пізніше, порівняно з посівами, де фунгіциди не застосовували. Вологість зерна була на рівні контролю або трохи вище.

При занадто ранньому (фаза виходу в трубку) обприскуванні посівів фунгіцидами захисна дія їх до фази молочної стиглості слабшає або закінчується. А саме в цю фазу розвиток бурої іржі може досягати рівня епіфітотій. Тому виникає необхідність у повторній обробці посівів фунгіцидами — через 3-4 тижні після першого, на початку наливання. При сильному розвитку іржі проведення двох обробок забезпечують підвищення їх технічної ефективності і тим самим нормальний налив зерна за рахунок акціонування зеленого флагового листа та колоса. Строк очікування, тобто період, протягом якого відбувається розпад фунгіцидів в ґрунті і рослинах, становить 20 днів, після тілта — 30 днів. Токсикологічний контроль зерна показав відсутність у ньому залишків пестицидів або утримання їх нижче встановлених меж.

У боротьбі з хворобами найбільш поширені наземне і раціональне обприскування. Економічна оцінка різних спорів застосування фунгіцидів проти бурої іржі та септоріозу виявила рентабельність застосування фунгіцидів будь-яким способом, проте перевага наземного обприскування збереглася.

Роль наземних локальних обробок фунгіцидами зростає при переході до тактики застосування їх не на величезних масивах ярої пшениці, а на локальних ділянках, в осередках. У зв'язку з цим велике значення набуває своєчасна діагностика таких осередків. Для рішення зазначеної задачі перспективно використання системи наземних та аерокосмічних спостережень, а також фотозйомок фітосанітарного стану посівів з метою оперативного застосування фунгіцидів. *Своєчасна обробка епіфітотичних осередків в поєднанні з вирощуванням стійких сортів (в першу чергу озимої пшениці) дозволяє вирішити проблему захисту ярої пшениці від бурої іржі без нанесення шкоди навколишньому середовищу.*

Заходи боротьби: знищення пожнивних злакових бур'янів і падалиці. Зменшується накопичення інфекції, запобігає ранньому ураженню рослин; оптимальні строки сівби озимої та ярої пшениць по зонах вирощування. Ранні посіви озимої пшениці восени уражаються сильніше і служать джерелом зараження навесні інших посівів; вирощування стійких сортів пшениці до бурої іржі. Відносно стійкі до неї Обрій, Альбатрос одеський; внесення фосфорно-калійних добрив при посіві. Позакореневе підживлення ними у весняний період. На посівах, уражених з осені, гектарну норму добрив (8 кг хлористого калію і 7 кг суперфосфату) розчиняють у 100 л води при авіаобприскуванні) і 300-400 л — при наземній обробці. Кращий термін підживлення — фаза трубкування, не пізніше ніж за 7-10 днів до цвітіння. Водні витяжки добрив готують в окремих ємностях, потім зливають в основну ємність і додають воду до норми; обробка фунгіцидами при прогнозуванні масового розвитку хвороби проводиться навесні при появі на листках одиночних пустул (1% і більше ураженої поверхні листа).

Епіфітотіологічна характеристика хвороби БОРОШНИСТА РОСА ЗЛАКІВ *Erysiphe graminis*

Зовнішні ознаки прояву хвороби: Захворювання проявляється на листках, піхвах та стеблах (рідше колосах) злаків у вигляді білого нальоту з міцелію гриба, який, ущільнюючись, утворює спочатку білі, потім буріють подушечки з чорними кулястими клейстокарпіями (плодові тіла). При ураженні значною мірою знижується маса 1000 зерен і озерненості колоса.

Поширення та шкодочинність. В результаті зернова продуктивність рослин, уражених борошнистою россою в сильному ступені, приблизно в 2 рази нижче, ніж здорових. Хвороба більшою мірою поширена в зонах достатнього і помірного зволоження.

Цикл розвитку збудника хвороби. Гриб *Erysiphe graminis* відноситься до класу аскоміцетів, порядку борошностороссяних. Вражає понад 200 рослин з сімейства злакових. Це складний вид, що має у своїй структурі форми, здатні заражати один або декілька видів рослин. На пшениці, ячмені та вівсі паразитують вузькоспеціалізовані форми *tritici*, *hordei*, *avenae*, що заражають тільки одну культуру. Пшенична форма, крім ярої та озимої пшениці, заражає пирій повзучий, пирій бескореневий, тонконіг цибулинний, стоколос польовий. Цикл розвитку збудника на озимих і ярих культурах був вперше детально вивчено М. В. Горленко (1950).

Агроекологічні умови розвитку епіфітотичного процесу. У зонах вирощування озимих культур навесні після танення снігу на листках рослин утворюються конідії, здатні уражувати здорові листки при температурі від 4 до 30°C (оптимум 15-18°C) і відносної вологості повітря 86-99%. При зниженні вологості до 50-70% проростання конідій різко знижується. В оптимальних умовах тривалість інкубаційного періоду-3-7 днів. Спеціальні дослідження показали, що вплив температури на тривалість інкубаційного періоду в загальній дисперсії становить 74%, а концентрації спор — 11%. В середньому на одній плямі борошнистої роси формується приблизно 120 конідій. Репродуктивний цикл багаторазово (до 20 разів) повторюється, і за сприятливих гідротермічних умов відбувається швидке поширення інфекції. Споруючі гриба прогресує при 6-18°C; оптимального розвитку процес досягає при 18-21°C, а починаючи з 24°C він знижується. Опади (>1 мм) викликають зниження споруючії більш ніж на 70% і негативно впливають на розвиток хвороби.

Конідії, занесені повітряно-крапельним шляхом з озимих культур на сході ярих, викликають їх зараження. До середини літа конідиальна стадія на озимих закінчується, але продовжує інтенсивно розвиватися на ярових. До кінця вегетації озимих і ярих закладається сумчаста стадія. Аскоспори, що дозрівають восени того ж року, викликають зараження сходів озимих. Таким чином, ярові посіви виконують у цьому випадку роль джерела збудника інфекції для озимих.

Відзначена цікава закономірність у зонах обробітку озимих культур близько 90% клейстокарпів дозрівають восени, в той час як в зоні обробітку ярих кількість їх не перевищує однієї третини. На думку М. В. Горленко (1950), гриб прагне якомога менше перебувати поза живих тканин рослин-господарів. У зонах обробітку озимих і ярих хлібних злаків його перебування поза своєї екологічної ніші може бути дуже нетривалим — всього 1,5 місяця. На багаторічниках (наприклад, на мятлику) гриб

взагалі не формує клейстокарпіїв, обмежуючись тільки конідіальним спороношенням та на ще більш короткий час залишаючи рослини-господарі. У тих же випадках, коли рослини мають короткий період вегетації гриб швидко і рясно утворює сумчасту стадію, користуючись нею для вичікування зустрічі з рослинами-господарями у часі.

Подібна закономірність відзначена А. А. Ячевским (1910) щодо збудника борошнистої роси бобових: на однорічній віці гриб формував рясно клейстокарпії, в той час як на багаторічній конюшині вони утворювалися рідше і в невеликій кількості.

Інфекційне навантаження На заражених з осені озимих або багаторічниках відзначається міцеліальні подушечки, які перезимовують. Навесні цикл повторюється. У зонах обробітку тільки ярих культур передача збудника від сезону до сезону, відбувається за допомогою рослинних залишків, що містять плодові тіла закритого типу — клейстокарпії. У них утворюється від 9 до 30 циліндричних, еліпсоїдальних або яйцевидних сумок розміром 70-100x15-40 мкм. У кожній сумці формується 4 до 8 безбарвних еліпсоїдальних одноклітинних сумкоспор розміром 20-30 x 10-13 мкм.

Плодові тіла зберігаються на стерні, листках і стеблах, що не розклалися, в копицях і стогах. Так, за даними М. В. Горленко (1950), зараженість залишків соломи клейстокарпіями після збирання врожаю становила на озимій пшениці 71,2%, ярої на 46,4%. При цьому число стебел з клейстокарпіями в перерахунку на 1 га склала відповідно $513 \cdot 10^4$ і $369 \cdot 10^4$. Цікава закономірність виявлена на посівах ячменю: при зараженні нижніх листків на верхніх розвиваються нечисленні колонії збудника зі слабким зростанням гіф. Розмір колоній гриба на нижніх листках становив, наприклад, $7,5 \text{ мм}^2$, а на флагових — тільки $0,8 \text{ мм}^2$. Причому захисна реакція верхніх листків зростає при посиленні зараження нижніх

Поширення та розвиток збудника. Плодові тіла, у яких навесні після перезимівлі утворюються і дозрівають сумкоспори, у вологу погоду набухають, лопаються і аскоспори, що звільнилися, повітряно-крапельним шляхом потрапляють на рослини пшениці. Проростання аскоспор можливо і без наявності краплинно-рідкої вологи, але при високій відносній вологості повітря. Міцелій розвивається на верхніх частинах уражених органів. Від гіф міцелію виростають гаусторії (присоски), які проникають в епідерміс клітин. Конідіальне спороношення, що формується по всій грибниці, складається з коротких конідієносців з ланцюжками безбарвних одноклітинних циліндричних або бочковидних конідій, розміром $16\text{—}27 \times 7\text{—}14$ мкм.

Характеристика життєвих тактик *Борошниста роса злаків являє собою сформовану паразитарну систему, збудник якої значні зусилля витрачає на тактики Р і Т. Конідії, що утворилися на поверхні органів рослин, легко підхоплюються повітряними течіями і успішно здійснюють пошук рослин-господарів у просторі. За сприятливих гідротермічних умов формується до 20 поколінь репродуктивних структур. Добре розвинена тактика Т дозволяє збудникові знаходити рослини-господарі у фітоценозах і тим самим реалізувати тактику Р навіть у несприятливих умовах.*

При попаданні на багаторічні рослини-господарі збудник не формує плодових тіл, що забезпечують тактику в часі, а всі зусилля витрачає на багаторазове відтворення нащадків за допомогою безстатевого конідіального спороношення. На

прикладі збудника борошнистої роси добре простежується різний характер реалізації потенційних стратегій життєвого циклу залежно від біології рослин-господарів. Навіть зміна хімізму метаболітів рослин-господарів при інтенсивній технології вирощування злаків в агроекосистемах істотно стимулює репродуктивну здатність патогена, особливо при надлишку азотного живлення. Цим пояснюються часті епіфітотичні спалахи хвороби, особливо на ячмені.

Передача збудника. Конідіальна стадія служить для масового розмноження гриба і поширення його в просторі повітряними течіями. Найбільша кількість конідій в повітряному середовищі і максимальне ураження рослин відзначені біля джерела інфекції. При збільшенні відстані до 30 м розвиток хвороби знижувався майже в 3 рази порівняно з віддаленням від джерела на 5 м. Осадження конідій з повітряного середовища на листя рослин відбувається шляхом зіткнення та седиментації їх купками (по 2 і більше). Як і аскоспори, вони можуть проростати без наявності краплинно-рідкої вологи, але при високій відносній вологості повітря. При взаємодії проростають конідій з клітинами рослин-господарів утворюються папули, що вказує на активне протікання процесу зараження. Проте в цілому в зонах обробітку ярих культур борошниста роса з'являється порівняно пізно і не так шкідлива, як на озимих, особливо ячменю.

При інтенсивних технологіях вирощування зернових шкідливість борошнистої роси зростає. В деяких зонах вона перевершує за цим показником іржу. До факторів, що сприяють розвитку хвороби, відносяться: вирощування сприйнятливих сортів, зріжені посіви, пізні строки посіву ярих і розміщення їх поблизу озимих, посилене підживлення вегетуючих рослин азотними добривами.

Великий вплив на розвиток борошнистої роси має мінеральне живлення рослин. Одностороннє азотне живлення стимулює розвиток хвороби, в той час як калійне та фосфорне — пригнічує. Збалансоване азотно-фосфорне живлення стабілізує розвиток хвороби на рівні контролю (без добрив). Знання цього надзвичайно важливо, так як дозволяє скоротити застосування фунгіцидів.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороб повинна передбачати *зниження швидкості наростання інфекції в агроекосистемах шляхом розриву повітряно-крапельного механізму передачі збудника.* Найкращим засобом є використання *стійких сортів.* Підвищеною стійкістю до борошнистої роси із сортів ярої пшениці мають Алтайка, Лютесценс 25, Сибірська 62, Московська 35, Ранг, Харківська 46, з сортів озимої пшениці — Донська безоста, Партизанка, Альбідум 114, Зоря, Чайка; зниження ураження посівів ячменю досягається використанням сумішей сортів (це призводить до підвищення і стабілізації врожаю).

Особливу увагу, як уже зазначалося, слід приділяти *технології застосування добрив.* Щоб уникнути розвитку хвороби азотні добрива рекомендується вносити дрібно (2-3 рази), а мікроелементи — у відповідності з ґрунтовою та рослинною діагностикою.

Заорювання стерні та запобігання самосіву знижує осінній розвиток борошнистої роси на озимих більш ніж в 4 рази. Це обумовлено руйнуванням і загибеллю плодових тіл та інших пропагул грибів.

Досить висока роль фунгіцидів у збереженні зеленої поверхні листя при захисті

їх від борошнистої роси. Встановлена лінійна кореляція між зерною продуктивністю однієї рослини і площею зеленої листової поверхні ($r=0,986$ — $r=0,994$). Це свідчить про те, що шкодочинність хвороби на ячмені пов'язана з порушенням фотосинтезу. Тому боротьба із захворюванням спрямована на максимальне збереження зеленої листової поверхні. *Обприскування фунгіцидами* проводять у фазі трубкування, а при необхідності у фазі колосіння — початок цвітіння (Марченкова, Неклеса, 1987). При цьому використовують 1-2% суспензію колоїдної сірки, бенлат топсин М, тілт, байлетон, суміші байлетона і сірки, фундазолу і сірки в половинних нормах кожного препарату. При авіаобприскуваннях витрачають 50 л/га робочої рідини, при наземному способі — 200-300 л/га. Строки очікування ті ж, що і при застосуванні фунгіцидів проти ржавчиних захворювань.

Не виключено, що при захисті нижніх листків від борошнистої роси за допомогою фунгіцидів можлива втрата природного захисного ефекту верхніми листками. З урахуванням того, що нижні листя зернових культур закінчують свої функції на п'ятому-шостому етапах органогенезу (коли з'являються стеблові листя) може бути варто свідомо допускати їх зараження патогенами. Це припущення підкріплюється нашими даними про відсутність або слабку шкодочинність інших хвороб, наприклад, гельмінтоспориозної гнилі при ураженні нижнього (прикореневого) листя.

3. Охарактеризувати розвиток та прояв аерогенно- насінневих інфекцій: церкоспороз цукрового буряку, макроспориоз та альтернаріоз картоплі

Епіфітотіологічна характеристика хвороби

ЦЕРКОСПОРОЗ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ - *Cercospora beticola*

Зовнішні ознаки прояву хвороби Одне з найпоширеніших захворювань буряку, яке виявляють майже в усіх районах бурякосіяння. На розвинених листках з'являються округлі світло-бурі плями 2-3 мм у діаметрі з червоно-бурою облямівкою. На старих листках плями більші, а облямівка невиразна й розпливчаста. У вологу погоду на їх поверхні утворюється бархатистий сірувато-білий наліт. Ураження проявляється також на черешках листків і стеблах висадків. На них утворюються довгасті, трохи вдавнені плями. Іноді уражується й оплодень насінневих клубочків.

Поширення та шкодочинність В уражених листках посилюється транспірація (у 3-4 рази), зменшується асиміляція вуглекислоти (у 10 разів) й порушується азотний обмін. Дуже уражені листки відмирають; рослина утворює нові листки, втрачаючи на це велику кількість пластичних речовин, що, врешті, зумовлює недорозвиненість кореня і зменшує нагромадження цукру. Втрати від церкоспорозу тим більші, чим більший ступінь ураженості. При слабкому ураженні недобір цукру з 1 га становить 5-10%, при середньому — до 20, а при сильному — до 70%. Захворювання призводить до нагромадження у коренях так званого шкідливого азоту, який під час цукроваріння збільшує вихід патоки і зменшує вихід цукру.

Збудник хвороби: Захворювання викликає незавершений гриб *Cercospora beticola* Sacc. родини Dematiaceae, порядку Hyphomycetales. Його грибниця розміщується міжклітинно в уражених тканинах. На поверхні уражень з обох боків плям гриб

утворює світло-коричневі, колінчасто-зігнутої форми конідієносці, які розміщуються спочатку поодинокі, а згодом пучками. їх розмір 30-135 x 4-5 мкм. На кінцях конідієносців формуються безбарвні, зворотно-булавоподібні або майже голкоподібні конідії, 30-36 x 3-5 мкм, з 3-5 і більше перетинками.

Агроєкологічні умови розвитку епіфітотичного процесу Ураження та поширення патогену, проростання міцелію та конідій відбувається при температурі 5-35С, (оптимум 25С) при високій вологості (до 100%) Інкубаційний період при температурі 20С триває 7-10 днів. Інтенсивному розмноженню конідіями сприяють тепла погода з обільними росами після теплих дощів температура вище 15С та вологість більше 70%. При температурі 10С та вологості до 60% розмноження відбувається вдвічі повільніше. Мінімальний розвиток відбувається при 7-8 С та вологості 55%. При більш низьких показниках розмноження гриба припиняється. Чергування спекотної та вологої погоди підвищує шкодочинність хвороби в 2 рази. Недотримання сівозміни, загущення посівів сприяють розвитку хвороби на 2 тижні раніше.

Проникнення та розвиток збудника Ураження рослин відбувається шляхом проникання інфекційної гіфи у тканини рослин через продихи, частіше вранці, коли на листках є проростаючі конідії, і роса починає висихати. Інкубаційний період хвороби залежить від температури. Влітку він триває 1-2, а восени — 4-5 тижнів.

Інфекційне навантаження та передача збудника За допомогою конідій грибок поширюється під час вегетації рослин. Зимуює він на відмерлих листках і черешках, а в оплуднях насінневих клубочків — у вигляді потовщених темнозабарвлених гіф і конідієносців, які навесні утворюють нове конідіальне спороношення і є первинним джерелом інфекції. У природних умовах осінньо-зимового періоду на уражених рештках під глибоким шаром ґрунту збудник хвороби гине. Життєздатність він частково зберігає тільки у частинах рослин, що залишаються на поверхні або у верхньому шарі (до 10 см) ґрунту. Відновлення захворювання можливе навіть при незначному зберіганні збудника. Додаткова передача збудника із року в рік відбувається через клубеньки та маточні корінці цукрових буряків. В насінні зберігається у вигляді міцелію і конідій.

Характеристика життєвих тактик: Таким чином церкоспороз цукрового буряку є еволюційно сформованою паразитарною системою, в життєвому циклі збудника якої превалюють затрати адаптивних умов на тактику Р. Нестатеве спороношення конідіями забезпечує швидке наростання репродуктивного потенціалу при сприятливих гідротермічних умовах. Помірні зусилля патоген витрачає на тактику Т, яка дозволяє йому зайняти різні екологічні ніши в фітоценозах. Витрати на тактику В у збудника мінімальні, оскільки він не формує спеціальних структур, а пристосовується до збереження в інфікованому рослинному матеріалі рослин-господарів. Це слабе місце в життєвому циклі збудника, при заорювання рослинних решток він гине.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороб передбачає заходи, які сприяють розриву передачі збудника в часі крізь інфіковані рослинні рештки, насіння, коренеплоди і в просторі повітряно - краплинним шляхом протягом сезону.

Найбільш ефективно вирощування стійких сортів. Відносно менше уражуються сорти Ялтушківський однонасінний 64, Слов'янський ЧС 94. Допомогає силосування

бадилля, знищення падалиці, бур'янів, заорювання рослинних решток на глибину 15-20 см, попередники озимі та ярі зернові, внесення збалансованого органічного - мінерального добрива, обробка фунгіцидами (фундазол, топсин, хлорокись меді)

Обробка результатів та оформлення звіту: Записати хід роботи, описати етіологічну класифікацію хвороб, розглянути приклади хвороб, заповнити Форму 1, відповісти на контрольні питання.

Питання для контролю знань:

1. Охарактеризуйте краплинно - повітряні або листо - стеблові інфекції
2. Охарактеризувати розвиток та прояв **аерогенно - пилових інфекцій:**
3. Охарактеризувати розвиток та прояв **аерогенно - насінневих інфекцій:**
4. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу краплинно - повітряні або листо- стеблові інфекції
5. Охарактеризуйте цикл розвитку бурої іржі пшениці.
6. Охарактеризуйте цикл розвитку борошнистої роси злаків.
7. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток бурої іржі пшениці
8. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток борошнистої роси злаків
9. Охарактеризуйте цикл розвитку церкоспороз цукрового буряку,
10. Охарактеризуйте цикл розвитку макроспоріоз та альтернаріоз картоплі
11. Дайте епіфітотіологічну характеристику бурої іржі пшениці
12. Дайте епіфітотіологічну характеристику звичайної борошнистої роси злаків

Рекомендована література:

[1] [2]

Лабораторно- практичне заняття №5

Тема: Краплинно - повітряні або листо- стеблові інфекції: Краплинно- водно- повітряні та краплинно- водно- насінневі інфекції.

Мета: Ознайомити студентів з особливостями епіфітотичного процесу *краплинно - повітряних або листо- стеблових інфекцій* сільськогосподарських культур із групи *краплинно- водно- повітряних та краплинно- водно- насінневих інфекцій*.

Завдання:

1. Охарактеризувати розвиток та прояв **краплинно- водно- повітряних інфекцій: парша яблуні**
2. Охарактеризувати розвиток та прояв **краплинно- водно- насінневих інфекцій: фітофтороз картоплі, септоріоз злаків, аскохітоз гороха, несправжня борошниста роса лука**
3. Охарактеризувати особливості епіфітотичного процесу краплинно - повітряних або листо- стеблових інфекцій

Обладнання, прилади та матеріали: презентації, гербарій з ознаками уражень хворобами, атласи, довідники, методичні вказівки.

Техніка безпеки та охорона праці: інструктаж

Послідовність проведення лабораторно - практичного заняття:

Розглянути загальні теоретичні та практичні положення:

Завдання 1. Охарактеризувати розвиток та прояв **краплинно- водно- повітряних** інфекцій: парша яблуні

1. Епіфітотіологічна характеристика хвороби

ПАРША ЯБЛУНІ - *Venturia inaequalis*

Зовнішні ознаки прояву хвороби Широко поширене і шкідливе захворювання, симптоми якого проявляються на листках, плодах, іноді пагонах, черешках листя, плодоніжках і квітках. На уражених частинах рослин утворюються плями спочатку оливкового, потім бурого кольору, з бархатистим нальотом конідіального спороношення гриба. Внаслідок захворювання знижуються урожай, товарна цінність і лежкість плодів.

Цикл розвитку збудника хвороби Збудник — гриб *Venturia inaequalis* (сумчаста стадія), *Fusicladium dendriticum* (конидиальна) відноситься до порядку плеоспорових, класу аскоміцетів. Перезимовує в листках у формі плодових тіл (перитеції) розміром 60-160 і 20— 60 мкм, виключаючи довжину шийки перитеції. Виникнення сумок і дозрівання аскоспор відбуваються в широкому діапазоні температур — від 0 до 25°C і приурочені до природного листопаду рослин-господарів. При цьому чим раніше опадає листя, тим раніше дозрівають перитеції, особливо при чергуванні дощової і сухої погоди. Дозрівання яких відбувається в осінньо-зимово-весняний період на мертвому опалому листі. Н. А. Наумовим (1952) встановлено, що перитеції можуть формуватися як на нижньому, так і верхньому боці листа, але прорости перитеції завжди звернені догори. Ця дуже важлива деталь в біології збудника, що забезпечує більш раціональне розкидання яких, підтверджено і іншими дослідниками, зокрема Р. Н. Федорової (1977).

Агроєкологічні умови розвитку епіфітотичного процесу Зрілі аскоспори в перитеціях можуть переносити тривалу (протягом 42 днів) посуху, не втрачаючи здатності до проростання. У різних кліматичних зонах дозрівання яких в сумках відбувається нерівномірно і в різний час. У збудника в процесі еволюції виробився балістичний механізм викидання спір з сумок — «водяна гармата». Спрацьовує він переважно в весняно-літній період при тривалому зволоженні листя, що перезимували, з перитеціями ($\lambda=0,71$). Математично така залежність може бути записана у вигляді рівняння регресії $y=5,4x + 446$, де y — число аскоспор на 1 см² поверхні, x — сумарна тривалість випадання опадів за добу, хв (табл.).

При зволоженні перитеції відкриваються маленькою порою (устьищем), через яку спори викидаються на висоту 30-50 мм. Підхоплені повітряними течіями, вони переносяться на досить значні відстані (виявлені на висоті 1000 м). При наявності роси, дощу або туману осіли аскоспори заражають рослини, спори проростають при температурі 8-32°C (оптимум 20-22°C). Тривалість інкубаційного періоду варіює залежно від температури від 6 днів (при 24-25°C) до 22-25 днів (при 6— 13°C).

Після закінчення інкубаційного періоду формується конідіальна стадія, що забезпечує масове зараження рослин. Утворюється конідіеносець подовжується й дає біля вершини конідію (Ячевский, 1900). По черзі конідії, що відокремлюються, позначені маленьким горбком, внаслідок чого ніжка конідіеносця здається як би зубчастою або горбистою. Від кожної ніжки відділяється 20-30 конідій, що важливо

знати при підрахунку репродуктивної здатності збудника в тих чи інших умовах.

Інфекційне навантаження У кожному плодовому тілі формується від 120 до 200 прозорих сумок, довжиною від 38 до 67 мкм. Спори блідо-жовті, в сумках розташовані в 2 ряди або скупчено, розмір їх 1—13 x 6 мкм. Кожна сумка містить 8, а перитецій — 960-1600 аскоспор. В середньому на листку може формуватися 1974 перитеціїв, або 1,9 млн аскоспор. При сприятливих умовах формується 8-10 генерацій гриба. До осені з'являються плодові тіла, після перезимівлі яких цикл повторюється.

Проникнення та розвиток збудника Вплив зволоження на ефективність звільнення аскоспор з плодових тіл. Розмір конідій 20—30x7—9 мкм. На відміну від яких вони поширюються переважно за допомогою крапель дощу, підхоплених вітром. Найбільша концентрація конідій відзначена в кроні дерев. Експериментально встановлено, що масове відокремлення конідій можливо при швидкості вітру 330-520 м/с, який в природі не існує. На підставі цього зроблено висновок про неможливість їх розповсюдження вітром.

Оптимальні температури для проростання конідій і аскоспор близькі — близько 22°C. Тривалість проростання становить в різних умовах від 3 до 24 год. Інфекційна гіфа збудника пробурює шкірку і потрапляє в міжклітинні простори листя, де вона розгалужується і, поступово розростаючись, дає нову грибницю. Сусідні клітини під впливом токсинів відмирають. Тривалість інкубаційного періоду при температурі 24-25°C становить 5-8 днів, при 6-10,7°C — 20—24 дні. **Характеристика життєвих тактик** Результати численних досліджень показали, що парша яблуні являє собою сформовану паразитарну систему, збудник якої має всі три еволюційні тактики Р, В і Т. Максимальні зусилля збудник витрачає на тактику Р, яка представлена у нього безстатевим і статевим циклами. Для реалізації тактики Р протягом сезону збудник потребує вологи майже на всіх фазах механізму передачі: на фазі виділення аскоспор із сумок для первинного зараження, на фазі поширення конідій від хворих органів рослин до здорових і на фазі проростання аскоспор і конідій біля воріт інфекції для подальшого проникнення в тканини органів рослин. Завдяки аскоспорам, що легко розселяються повітряними потоками в суху погоду, збудник ефективніше освоює простір протягом сезону для пошуку нових рослин-господарів.

Вкрай слабкі зусилля збудник витрачає на тактику Т. Будучи багатолітньою, яблуня, як і інші плодови, відноситься до стратегів, що забезпечує збудника тривалий час їжею у часі, хоча і не дуже різноманітною. Можливо, внаслідок цього у нього збереглася в життєвому циклі статева стадія, яка має велике значення для підвищення гетерогенності популяції, а плодови тіла — як структура, що реалізує стратегію в часі.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороби повинна передбачати використання *стійких сортів* (враховуючи вразливість тактики Т) і переривання повітряно-крапельного механізму горизонтальної передачі збудника, що знижує швидкість розповсюдження хвороби.

До числа стійких сортів відносяться Грушівка московська, Слов'янка, Антонівка, Суворовець, Пармен зимовий золотий, Прима, Прісцилла, Осінне смугасте, Пепін шафранний, Ренет шафранний. Успішна боротьба з паршею передбачає також своєчасне видалення уражених частин рослин, знищення опалого листя як осередка збудника інфекції, осінню оранку і перекопування пристовбурних кіл (у ґрунті плодови

тіла збудника руйнуються). В якості обприскування, що викорінює, застосовують 10%-ний розчин аміачної селітри та сульфату амонію, 3— 10%-ний розчин хлористого калію і 5-15%-ний розчин калійної селітри. Ці добрива в низькій концентрації (0,5— 3%) можуть використовуватися для літніх профілактичних обробок, які за ефективністю не поступаються обробкам нітрафеном і ДНОК (Дементьєва, 1975; Дементьєва, Выгонский, 1988).

Обприскування, попередження первинного зараження рослин сумкоспорами, проводять за сигналами пунктів діагностики та прогнозу у фазу зеленого конуса (початок розвитку плодкових бруньок) 4%-ною бордоською рідиною (блакитне обприскування), або в фазу відокремлення бутонів 2%-ною бордоською рідиною. Друге обприскування проводять відразу після цвітіння 1%-ною бордоською рідиною або її замінниками: 0,4%-ними суспензіями цінеба купрозана і хлороокису міді, 0,5%-ною суспензією каптана. Через 15-20 днів після цвітіння третє обприскування проводять тими ж препаратами, що і друге. Деякі садівники-любители в боротьбі з паршею застосовують розчин марганцевокислого калію (5 г на 10 л води), обприскування триразове. Застосовують також поєднання блакитного обприскування з триразовим обприскуванням 1% -ною колоїдною сіркою.

2. Охарактеризувати розвиток та прояв краплинно-водно-насінневих інфекцій: фітофтороз картоплі, септоріоз злаків, аскохітоз гороха, несправжня борошниста роса лука

2. Епіфітотіологічна характеристика хвороби

ФІТОФТОРОЗ КАРТОПЛІ –Phytophthora infestans

Зовнішні ознаки прояву хвороби: Хвороба викликає пригнічення асиміляційної поверхні та загнивання клубнеплодів при зберіганні. На листках з'являються плями з білою облямівкою, які в суху погоду некротизуються, а при вологій погоді починають загивати. На клубнеплодах плями тверді, проникають в глибину клубне плоду.

Поширення та шкодочинність: Хвороба широко поширюється в зонах вирощування картоплі, втрати врожаю сягають до 20-50%. Епіфітотії спостерігали в 2-3 рази за десятиріччя, а слабкий розвиток наприкінці вегетації щорічно. Крім епіфітотійних років хвороба не викликає суттєвого зниження врожаю із-за ураження наземної частини, але сильно уражуються клубні при слабкому ураженні ботви.

Цикл розвитку збудника хвороби: гриб *Phytophthora infestans* відноситься до порядку пероноспорівих грибів, класу ооміцетів. Зимує в уражених клубнях картоплі у вигляді міцелія, зберігається у вигляді ооспор, гемм, міцелій несептований, безкольоровий, проникає в середину за допомогою гаусторіїв. На ранніх стадія розвитку міцелій внутрішньоклітинний, в типовій формі - міжклітинний. Ооспори утворюються внаслідок злиття оогонія та антеридія. При проростання росткова трубка перетворюється в зооспорангій.

Агроєкологічні умови розвитку збудника: Фітофторозні роки характеризуються помірними температурами та підвищеною кількістю опадів у період змикання бадилля. Середньомісячна температура повітря 15,6С, відносна вологість 77,2%, кількість опадів 181 мм. сприяють розвитку епіфітотій.

Інфекційне навантаження: Досліджено, що із 100 хворих клубнів хвороба проявляється на 1 рослині. На 1км² картопляного поля достатньо 1 ураженого пагону для початку розвитку епіфітотії. При ураженні 0, 01% насінневої картоплі фітофторозом можливий розвиток епіфітотії. В польових умовах на 0,47% хворих клубнів розвиваються уражені ростки, а в теплицях-18,7%. В умовах картопляних складів відмічалось 171,5 конідій на 1м³ повітря, на посадках ранньої картоплі до 58конідій. На ділянках картоплі з поодинокими випадками ураження нараховувалось в середньому 6,7 конідій на м³. Лют спор починався наприкінці травня- червень Джерелом зараження є звалища відбракованої картоплі, де збудник активно спорулює. Конідії поширюються на 300м від куч з бракованими клубнями и на 180м від клубенів в посадках.

Проникнення та розвиток: Зараження органів відбувається шляхом проникнення крізь кутикулу та продихи (для бодилля), крізь черевички та механічні пошкодження(для клубенеплодів). Інфекційна гіфа проникає крізь стінку епідерміса, ассимілює вміст уражених клітин, розвивається між клітинами, клітини буріють і відмирають з часом. На поверхні уражених органів утворюються конідії з конідієноцями. Конідії безкольорові, лимоноподібні розміром 18-45 / 12-40 мкм. Проростають при температурі нижче 14 С в капле води перетворюються на зооспорангии. Утворюються 6-16 дводжгутикових зооспор. При коливанні температур і вологості розвиток і поширення збудника відбувається конідіями і зооспорами.

Передача збудника: В залежності від факторів передачі збудника в просторі та часі проявляються різні сезонні динаміку епіфітотичного процесу. Головним фактором передачі інфекції є клубенеплоди картоплі, навколо них формуються первинні епіфітотичні спалахи. Із клубенеплодів міцелій проникає в пагони, утворюючи нестатеве споро ношення, поширюється на пагони та бадилля. Спороутворення у ґрунті на уражених клубенеплодах відбувається протягом 41-90 діб. Збудник у ґрунті поширюється на відстань до 50 см.

Характеристика життєвих тактик : Фітофтороз картоплі є сформованою паразитарною системою, збудник якої характеризується трьома еволюційними тактиками Р В і Т. Максимальні зусилля збудник витрачає на тактику Р, яка обумовлена нестатевим спороношенням. Прорагули збудника лабільні в умовах навколишнього середовища, вони адаптовані до повітряного середовища та можуть розвиватись у воді. Витрати енергії на тактику незначні. Необхідність статевої стадії в утворенні ооспор відпадає, т. як збудник зберігається в уражених клубнях. Закономірність, яка відмічається для хвороб бугорчаста парша, чорна ніжка,властива і фітофторозу.У них активно проходить нестатеве розмноження, збудних зберігається у клубнях.

Стратегія комплексного захисту рослин від хвороби фітофтороз ґрунтується на зниженні швидкості наростання інфекції протягом сезону та додатково попередження передачі через клубні. Важлива роль в агротехніці, вирощуванні сортів з підвищеною стійкістю до хвороб Огонек, Васна, Богатир, Темп. Рекомендовано вибраковувати хворі клубні, оптимізувати мінеральне живлення, вносити додатково мікроелементи(мідь, бор, калій, магній) перед збиранням дефоліація бадилля хлоратом магнія, обробка куч 5% розчином мідного купоросу, високе підгортання

кущів, просушування перед зберіганням. Застосування фунгіцидів по бадиллю- цинеб, купрозан, поликарбацин, арцерид, бордоська ридина. Науково обґрунтована система агротехнічних заходів дозволяє підвищити врожайність картоплі на 22%, при зниженні захворювання в полі на 30-40%, числа хворих клубенів на 21- 41% Витрати на захисні агротехнічні заходи рентабельні в 4-5 разів.

Обробка результатів та оформлення звіту: Записати хід роботи, описати етіологічну класифікацію хвороб, розглянути приклади хвороб, заповнити Форму 1, відповісти на контрольні питання.

Питання для контролю знань:

1. Охарактеризуйте цикл розвитку парші яблуні
2. Охарактеризуйте цикл розвитку фітофторозу картоплі,
3. Охарактеризуйте цикл розвитку септоріозу злаків,
4. Охарактеризуйте цикл розвитку аскохітозу гороха,
5. Охарактеризуйте цикл розвитку несправжньої борошнистої роси лука
6. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток парші яблуні
7. Охарактеризуйте фактори, які впливають на масовий розвиток фітофторозу картоплі
8. Дайте епіфітотіологічну характеристику фітофторозу картоплі.
9. Дайте епіфітотіологічну характеристику парші яблуні.

Рекомендована література: 1[1] [2]

Рекомендована література

Базова

1. Чулкина, В. А. Біологічні основи епіфітотиології / В. А. Чулкина. – М: Агропромиздат, 1991
2. Чулкина, В. А. Епіфітотиологія (екологічні основи захисту рослин) / В. А. Чулкина та ін. – Новосибірськ, 1998
3. Епіфітотії хвороб рослин: (математичний аналіз і моделювання) / пер. з англ. – М: Колос, 1979
4. Епіфітотиологія інфекційних хвороб рослин: Науково-техн. бюл. – Вип. 7 (41). – Новосибірськ, 1980
5. Бейлін І.Г. Паразитизм и епіфітотиологія. М. Наука, 1986.
6. Ван дер Планк Я. Устойчивость растений к болезням. /Пер. с англ. М., Колос, 1972.
7. Попкова К.В. Общая фитопатология. М., Агропромиздат, 1989.
8. Степанов К.М. Грибные эпіфітотии. М.: Сельхозиздат, 1962.
9. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Эпіфітотиологія (Экологические основы защиты растений,.- Новосибирск, 1998.
10. Чулкина В.А. Биологические основы эпіфітотиології. Москва, Агропромиздат, 1991.

Допоміжна

11. Ван дер Планк Я.Е. Устойчивость растений к болезням Издательство: Колос, 1972 г.

Методичне забезпечення

1. Методичні рекомендації до проведення лабораторно - практичних занять з дисципліни « Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур» по заліковому модулю №1 для студентів агробіотехнологічного факультету зі спеціальності 202-«Захист і карантин рослин» / Балан. Г.О. Агеева О.В. –, Одеса: ОДАУ, 2018.
2. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни « Загальна фітопатологія» для студентів агробіотехнологічного факультету зі спеціальності 202-«Захист і карантин рослин» / Балан. Г.О. - Одеса: ОДАУ, 2018.
3. Методичні рекомендації до проведення лабораторно- практичних занять з дисципліни « Загальна фітопатологія» для студентів агробіотехнологічного факультету зі спеціальності 202-«Захист і карантин рослин» / Балан. Г.О. Одеса: ОДАУ, 2018.
4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни « Сільськогосподарська фітопатологія» для студентів агробіотехнологічного факультету зі спеціальності 202-«Захист і карантин рослин» / Балан. Г.О., Попова Л.В.- Одеса: ОДАУ , 2018
5. Методичні вказівки для проведення навчальної практики із дисципліни « Сільськогосподарська фітопатологія» для студентів агробіотехнологічного факультету зі спеціальності 202-«Захист і карантин рослин» / Балан. Г.О., - Одеса: ОДАУ , 2018
6. Методичні вказівки для проведення лабораторно – практичних занять з дисципліни «Сільськогосподарська фітопатологія» для студентів зі спеціальності 202- захист і

карантин рослин / Балан Г.О., Попова Л.В.- Одеса: ОДАУ, 2019.

Методичні вказівки щодо вивчення дисципліни « Загальна фітопатологія» і завдання для контрольної і курсової робіт для студентів заочної форми навчання зі спеціальності 6.090105- захист рослин/ Балан Г.О., Балан Є.Т..- Одеса: ОДАУ, 2012.

7. Діагностика хвороб рослин / Методичні рекомендації для студентів із спеціальності 7.130104; 8.130104- « захист рослин» / М.М. Кирик, М.Й. Пиковський.- Київ: НАУ, 2006.

8. Діагностика хвороб насіння грибної етіології та ідентифікація їх збудників / Методичні рекомендації для студентів із спеціальності 7.130104; 8.130104- « захист рослин»/ М.Й. Пиковський, М.М. Кирик - Київ: НАУ, 2005.

9. Таблиці, плакати, стенди (ауд. 329)

10.Фільми та презентації: «Фузаріоз озимої пшениці»,«Гельмінтоспоріоз ячменю», « Хвороби зернових культур», « Хвороби зернобобових культур» , «Хвороби кукурудзи», « Хвороби соняшнику», « Хвороби технічних культур», « Хвороби картоплі та пасльонових культур», « Хвороби огірка та гарбузових культур», «Хвороби капустяних культур», «Хвороби цибулі та інших цибулевих культур», « Хвороби буряку», «Хвороби плодових зерняткових культур» , « Хвороби плодових кісточкових культур», « Хвороби винограду», « Хвороби ягідних культур»

11. Гербарні зразки рослин, які уражені хворобами: висушені до повітряно-сухого стану, в розчині формаліну, у вигляді мікропрепаратів на предметному склі та ін.

12. Фонд тестових завдань

ДОДАТКИ
СПІФІТОПІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХВОРОБИ

Форма №1

Культура: _____

Тип інфекції: _____

Назва хвороби, збудник: _____

Зовнішні ознаки прояву хвороби : _____

Шляхи передачі та збереження інфекції: _____

Первинне, вторинне джерело інфекції: _____

Агрокліматичні умови, що сприяють епіфітотії : _____

Особливості епіфітотичного процесу: _____

Доцент к.с-г н. Балан Г.О.