

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

ФІТОПАТОЛОГІЯ

Модуль І. Хвороби зернових та зернобобових культур

Методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми здобуття вищої освіти



**МИКОЛАЇВ
2023**

УДК 631.1:581.2

Ф64

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 12.10.2023 р., протокол № 4.

Укладачі:

- О. А. Коваленко - доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету
- Н. В. Маркова - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету.

Рецензенти:

- О. М. Дробітько - кандидат сільськогосподарських наук, голова ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області;
- В. В. Гамаюнова - доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Загальні відомості про захворювання рослин.....	7
2. Хвороби пшениці.....	25
3. Інші захворювання пшениці.....	45
4. Хвороби ячменю.....	53
5. Хвороби вівса та кукурудзи.....	58
6. Хвороби проса та гречки.....	63
7. Хвороби зернобобових культур.....	66
8. Питання до контрольної модульної роботи I.....	74
Список рекомендованої літератури.....	75

ВСТУП

Фітопатологія (від грец. *phyton* – рослина, *pathos* – страждання, хвороба; *logos* – наука) – це наука, що вивчає хвороби рослин, причини їх виникнення і розробляє заходи боротьби з ними.

Мета дисципліни: набуття здобувачами вищої освіти поглиблених теоретичних знань (причин і закономірностей розвитку хвороб сільськогосподарських культур, розповсюдження збудників, шкодочинності хвороб, а також методів, засобів та організації захисту рослин і механізації цих процесів) і лабораторних умінь з розробки прогнозів прояву хвороб, вивчення факторів імунітету.

Завдання дисципліни:

- озброїти здобувача вищої освіти сучасними теоретичними і практичними знаннями з питань захисту сільськогосподарських культур від шкідливих об'єктів, збудників хвороб і бур'янів, навчити майбутнього фахівця на основі аналізу досягнень науки і передової практики самостійно впроваджувати у виробництво інтегровані системи захисту рослин в умовах господарства з урахуванням місцевих умов, видового складу шкідливої флори і фауни.

Основними завданнями в системі підготовки фахівців є:

- вивчення інфекційних хвороб рослин, які викликаються збудниками – грибами, бактеріями, вірусами, актиноміцетами, мікоплазмами, віроїдами, квітковими рослинами-паразитами і напівпаразитами, нематодами;

- вивчення неінфекційних хвороб рослин, що виникають під дією несприятливих факторів навколишнього середовища;

- розробка високоефективної методів та систем захисту рослин, які б знижували до мінімуму втрати від хвороб рослин чи попереджували їх виникнення та розвиток.

Об'єкт дисципліни: інфекційні та неінфекційні хвороби рослин і способи боротьби з ними.

Предмет дисципліни: макроскопічні симптоми хвороб, морфологічні та біологічні властивості, особливості розвитку та поширення збудників інфекційних хвороб, шкідливість та система заходів боротьби проти хвороб рослин.

Навчальна дисципліна «Фітопатологія» планується на другому курсі у вигляді лекційних, практичних і самостійних занять.

Обсяг дисципліни для здобувачів вищої освіти спеціальності 201 Агрономія становить 120 годину або 4,0 кредитів, у тому числі 40 годин – лекційних, 40 годин – практичних і 40 години – самостійних занять.

Кредитно-модульна рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти

Рейтинг здобувачів вищої освіти складається з загальної кількості балів, отриманих на проміжному контрольному заході та за поточну роботу.

Максимальна кількість балів за навчальну дисципліну, що може отримати здобувач вищої освіти упродовж семестру за всі види роботи, становить 100.

За кожний з елементів модуля здобувач вищої освіти отримує оцінку в балах. Сума балів, набраних здобувачем під час виконання всіх видів робіт за модуль, додається. Якщо здобувач вищої освіти не набрав необхідної суми балів, то він не допускається до контрольного заходу і йому рекомендується набрати цю кількість балів за рахунок виконання індивідуального домашнього завдання, проміжного тестового контролю знань та інших видів робіт.

Таблиця 1

Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Форма контролю	Модулі (в балах)				Всього балів
	1	2	3	4	
Виконання лабораторних робіт та відповіді на заняттях	3-2	3-2	3-2	3-2	12-8
Опитування, індивідуальне завдання	3-2	3-1	3-1	3-2	12-6
Виконання завдань самостійної роботи	3-2	3-2	3-2	3-2	12-8
Колоквіум	3-2	3-2	3-2	3-2	12-8
Тестування (контрольна робота)	3-2	3-1	3-1	3-2	12-6
Написання тез доповідей, участь у конференції	-	-	-	-	10-5
Участь у заходах неформальної освіти за наявності документального підтвердження	-	-	-	-	5-3
Всього за семестр	15-10	15-8	15-8	15-10	60-36
Крім того екзамен	-	-	-	-	40-24

Здобувач вищої освіти має право складати підсумковий семестровий екзамен (у письмовій формі) під час екзаменаційної сесії, до якої він допускається, якщо за виконання всіх контрольних заходів, передбачених протягом семестру, здобувач набирає 36 і більше балів. У цьому випадку оцінка за екзамен складається із суми балів, отриманих протягом семестру (36-60 балів), і балів, отриманих під час складання екзамену. При цьому здобувач вищої освіти може отримати на екзамені (24-40 балів). Якщо кількість балів отриманих на іспиті менше 24 балів, то здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання – екзамен

Сума балів за всі види освітньої діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 - 100	A	5 (відмінно)
82 - 89	B	4 (добре)
75 - 81	C	4 (добре)
64 - 74	D	3 (задовільно)
60 - 63	E	3 (задовільно)
35 - 59	FX*	не зараховано з можливістю повторного складання 2 (незадовільно)*
0 - 34	F*	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 2 (незадовільно)*

Одним з прогресивних методів оволодіння знаннями є застосування модульної системи в освітньому процесі. Кожен окремий модуль здобувач вищої освіти повинен вивчити і здати. Отриманні ними знання оцінюються в балах. В основі контролю знань здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни «Фітопатологія» лежить тестовий контроль, захист практичних робіт та збір гербарію хвороб рослин.

Захист практичної роботи проводиться шляхом відповідей здобувачів вищої освіти на контрольні питання, що приведені в кінці кожної практичної роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Загальні відомості про захворювання рослин

Мета: ознайомитися із основними типами прояву хвороб, особливостями прояву вірусних, мікоплазмених, бактеріальних, актиноміцетних захворювань та короткою характеристикою їх збудників; вивчити морфо-біологічні особливості грибів та найголовніші їх систематичні групи.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, пінцети, предметне та покривне скло, лупи.

Порядок виконання роботи:

Завдання 1. Хвороби рослин та основні типи їх прояву

Навчальний матеріал: гербарні зразки фузаріозного в'янення огірків, білої плямистості суниці, фітофторозу листків картоплі, бактеріозу огірка, сухої і мокрої гнилі бульб картоплі, білої гнилі моркви, кагатної гнилі буряку, борошністої роси злаків, пероноспорозу капусти, стеблової та бурої листової іржі злаків, іржі соняшнику, іржі часнику, кили капусти, раку картоплі, кучерявості листків персика, заснітків сливи, «відьминих мітел» вишні, моніліозу вишні, черешні та айви, камедетечіння на гілках абрикоса, мозаїки і хлорозу малини.

1.1. Описати етіологічну класифікацію хвороб рослин. Дати визначення поняттям: неінфекційні та інфекційні хвороби рослин.

1.2. Ознайомитись із зовнішніми ознаками прояву захворювань, описати та зарисувати основні типи їх прояву:

а) *в'янення* на прикладі огірків, уражених фузаріозом;

б) *плямистості* на листках суниці, картоплі, огірка, що спричиняються грибами, бактеріями та абіотичними факторами;

в) *гнилі* рослин мікозного та бактеріального походження на прикладі сухої та мокрої гнилей картоплі, білої гнилі моркви та кагатної гнилі буряку;

г) *наліт* на органах рослин пшениці, уражених борошністою россою, та листках капусти, уражених пероноспорозом;

д) *пустули* на органах пшениці, уражених стебловою та бурою іржею, листках соняшнику та часнику із іржею;

е) *нарости (пухлини, новоутворення)*, що викликаються грибами (кила капусти), бактеріями (рак картоплі) та абіотичними факторами;

ж) *деформації* органів рослин, що викликаються грибами (кучерявість листків персика та “відьмині мітли” вишні) та вірусами (скручування листків картоплі, стовбур томатів, на злакових деформація всієї рослини – низькорослість, карликовість, кущистість);

з) *муміфіковані органи* на прикладі плодів вишні, черешні та айви, уражених плодовою гниллю;

і) *виділення камеді* на гілках абрикоса;

к) *зміни забарвлення* органів рослин, уражених альбікацією, мозаїчністю, інфекційним та неінфекційним хлорозом, захворюванням типу жовтяниць.

Теоретичний матеріал

Згідно з етіологічною класифікацією хвороби рослин поділяють на:

1. Неінфекційні хвороби:

- викликані несприятливими ґрунтовими та метеорологічними умовами;

- розвиваються в результаті механічного впливу;
- викликані присутністю у повітрі шкідливих сумішей;
- виникають внаслідок дії іонізуючих випромінювань.

2. Інфекційні хвороби:

- грибні (мікози);
- бактеріальні (бактеріози);
- актиномікозні (актиномікози);
- вірусні (вірози);
- віроїдні (віроїдози);
- мікоплазмові (мікоплазмози);
- хвороби, викликані квітковими рослинами-паразитами та нематодами.

Неінфекційні хвороби – це хвороби рослин, причиною виникнення яких є несприятливі фактори зовнішнього середовища.

Інфекційні хвороби виникають під дією біотичних факторів або патогенних організмів (грибів, бактерій, актиноміцетів, вірусів та віроїдів, мікоплазмів, квіткових рослин-паразитів та нематод).

Різноманітні зовнішні ознаки (симптоми) інфекційних та неінфекційних хвороб рослин групують в основні **типи** прояву хвороб: в'янення, некрози, гнилі, нальоти, пустули, нарости, деформації органів рослин, муміфікація, виділення камеді, зміна забарвлення.

В'янення – це симптом прояву хвороби, що проявляється у поникненні листків, стебел та інших органів рослин. У більшості випадків пов'язане із втратою тургору клітин та тканин у результаті нестачі вологи. Нерідко характеризує загальне захворювання рослин, за якого вражається коріння або судинна система (закупорка судин патогенами).

Некрози або відмирання тканин характеризуються утворенням плямистостей різноманітних за формою, забарвленням, розміром, наявністю паталогічних утворень на листках, стеблах, репродуктивних органах та коренях рослин внаслідок відмирання окремих ділянок тканини.

Гнилі проявляються в розм'якшенні та розкладанні м'ясистих органів рослин (плодів, бульб, коренеплодів, м'ясистих стебел на огірку, соняшнику) внаслідок руйнування міжклітинної речовини і мацерації (роз'єднання) клітин. Розрізняється дві форми гнилей – суха (мікозна) і мокра (бактеріальна). За сухої гнилі тканина стає дерев'янистою, кришиться; за мокрої – перетворюється на слизисту кашкоподібну масу.

Нальоти утворюються на всіх частинах рослин, уражених мікозами, внаслідок розростання на поверхні уражених органів грибниці або формування спорonoшення грибів. Утворення нальотів є типовим симптомом для еризифозів (борошниста роса), пероноспорозів (несправжня борошниста роса), захворювань, що викликаються недосконалыми грибами гіфоміцетами (бураплямистість, сіра гниль), а також багатьох інших захворювань сільськогосподарських культур.

Пустули – це накопичення спорonoсних органів та спор грибів, що утворюються на уражених частинах рослини під епідермісом, який за дозрівання спор розривається з утворенням подушечок спор. Найчастіше пустули проявляються за умов розвитку іржастих захворювань.

Нарости (пухлини, новоутворення) проявляються внаслідок ненормального розростання окремих частин рослини під впливом збудників хвороб: гіпертрофії – збільшенні об'єму клітини, в якій розвивається паразит, та гіперплазії – збільшення

кількості клітин без збільшення їх об'єму. Часто спостерігаються на підземних частинах – корінні, бульбах, коренеплодах.

Деформація характеризується зміною форми ураженого органу рослини під дією збудників хвороби, проявляється у вигляді морщинності або нитчастості листків (за ураження вірусними хворобами), реверсії або поліферації квітів (за мікоплазмових хвороб) тощо.

Муміфікація – це тип хвороби, за якої орган рослин густо пронизаний грибноцею та часто перетворюється в склероції.

Виділення камеді – це виділення клейкої, тягучої, янтарно-жовтої або бурої рідини, що твердне під дією повітря на уражених органах кісточкових плодкових культур внаслідок механічних пошкоджень тканин, дії патогенних мікроорганізмів та пошкодження комахами.

Зміна забарвлення – зміна кольору на листках, стеблах та суцвіттях рослин внаслідок порушення будови та фізіологічних функцій хлоропластів під впливом збудників хвороб, особливо вірусних та мікоплазмових, а також за порушення живлення рослин, у вигляді хлорозу, мозаїчності листків, загального пожовтіння тощо.

Завдання 2. Віруси – збудники хвороб рослин

Навчальний матеріал: листки томату, картоплі й огірка з мозаїчним забарвленням, некротичними плямами, деформовані та здорові.

2.1. Вивчити будову та основні властивості фітопатогенних вірусів.

2.2. Описати механізм розмноження, збереження та шляхи розповсюдження фітопатогенних вірусів.

2.3. Розглянути, описати та зарисувати найбільш поширені типи прояву вірусних хвороб (*наприклад*, листки картоплі, огірка із мозаїчним забарвленням).

2.4. Виготовити препарат із внутріклітинними включеннями вірусних частинок: від краю листка або від центральної жилки ураженої рослини відділити бритвою тоненьку, завтовшки в декілька міліметрів, смужку тканини, помістити її в краплю води на предметне скло, накрити покривним склом і розглянути в електронному мікроскопі. Кристалічні пластинки або аморфні частки, знайдені в деяких клітинах, розглянути і зарисовувати. Одночасно приготувати і розглянути препарати з тканини здорових рослин. Інші методи: капельний, подвійної дифузії в агарному гелі, адсорбції, імуноферментний.

Теоретичний матеріал

Віруси – це субмікроскопічні частинки, що складаються із білка та нуклеїнової кислоти ДНК або РНК (рис. 1.1).

Більшість фітопатогенних вірусів *паличкоподібні* (вірус табачної мозаїки (ВТМ), вірус білої мозаїки огірка) або *ниткоподібні* (Х-вірус картоплі, вірус мозаїки цибулі, вірус жовтухи цукрових буряків), але вони можуть бути *сферичними* або *багатограничними* (вірус бронзовості томату, вірус кільцевої плямистості вишні, вірус коротковузля винограду), а також *бацилоподібні* (вірус штрихуватої мозаїки пшениці, вірус жовтої карликовості картоплі).

Розміри вірусних частинок залежать від їх будови, форми, виду вірусу, фази розвитку. ВТМ має довжину 300 нм, діаметр – 16 нм.

Кулясті віруси мають діаметр від 17 до 75 нм, подовжені форми різних розмірів – від гнучких ниток (2000 x 10 нм) до бацилоподібних часток (250 x 10 нм).

Механізм розмноження вірусів

має такі етапи:

проникнення вірусу в клітину (а) ⇒ у клітинах рослини-господаря віріон розділяється на складові частини – нуклеїнова кислота звільняється від білкової оболонки (б) ⇒ реплікація (самовідтворення) нуклеїнової кислоти та утворення нових молекул вірусного білка (в) ⇒ складання нових віріонів та розповсюдження їх через плазмодесми клітин (г) ⇒ розповсюдження вірусу в судинній системі (д) – зліва у виді транспортних частинок у флоемі, та справа у формі транспортних і зрілих частинок у ксилемі.

Основними способами розповсюдження вірусів від рослини до рослини є: а) передача за допомогою комах та інших переносників (векторний); б) передача за механічного контакту здорової та хворої рослини (контактно-механічний); в) передача щепленням трансплантаційний); г) передача через насіння та пилок.

Передача комахами. Більшість вірусів розповсюджується від рослини до рослини комахами із колюче-сисним ротовим апаратом (попелиці, цикадки, трипси, клопи, білокрилки, жуки, кліщі – див. (рис. 1.3).

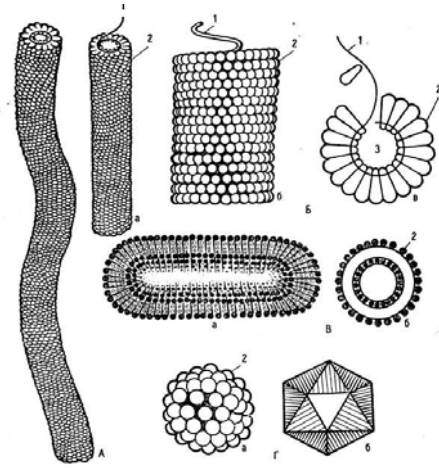


Рис. 1.1. Форма та будова вірусів:

А – ниткоподібна форма; Б – паличкоподібна форма: а – фрагмент, б – розташування білкових субодиниць за спіраллю нуклеїнової кислоти, в – поперечний розріз; В – бацилоподібна форма: а – загальний вид, б – поперечний розріз; Г – шароподібна форма: а – загальний вид; 1 – нуклеїнова кислота; 2 – білкові субодиниці; 3 – внутрішній канал.

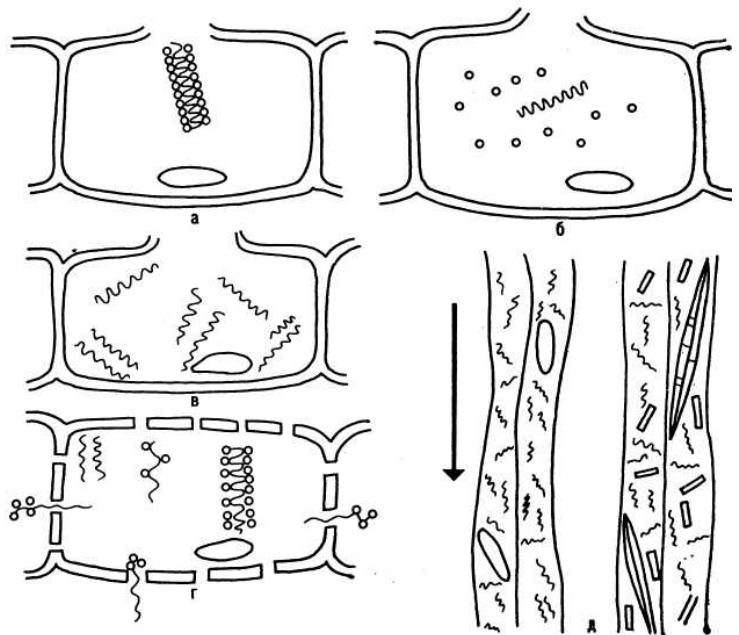


Рис. 1.2. Схема інфекційного вірусного процесу

Розрізняють стилетний або неперсистентний, персистентний та напівперсистентний механізми перенесення вірусів.

За стилетного механізму перенесення вірусного матеріалу комаха, живлячись на хворій рослині, заражує вірусом свій ротовий апарат і одразу стає вірофорною, але швидко втрачає цю властивість.

До неперсистентних вірусів відносять огірковий вірус 1, Y-вірус картоплі, вірус мозаїки буряків, вірус мозаїки яблуні, віруси суниць та малини.

За персистентного механізму перенесення комаха стає вірофорною не одразу після початку живлення на хворій рослині, а через проходження латентного (інкубаційного) періоду від декількох годин до днів, але зберігає свою інфекційність довгий час (протягом 100 годин і більше). Персистентні віруси викликають захворювання рослин із групи жовтух.

За напівперсистентного механізму передачі вірусів комаха зберігає інфекційність протягом 10 – 100 годин після живлення на хворій рослині.

Контактно-механічний спосіб полягає в передачі інфекції з соком хворих рослин, який потрапляє у рослину через поранення в корінні або в зелених органах рослин. Характерний для X-вірусу картоплі, ВТМ, огіркового вірусу-2.

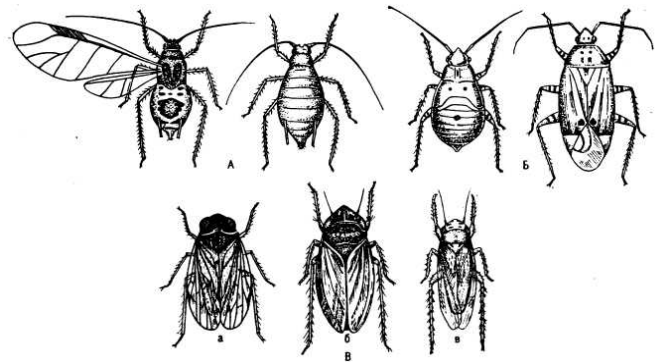


Рис. 1.3. Комахи-перенощики вірусів:
а – персикова попелиця; б – польовий клоп;
в – цикадки (в'юнкова, клеверна, шеститочкова).

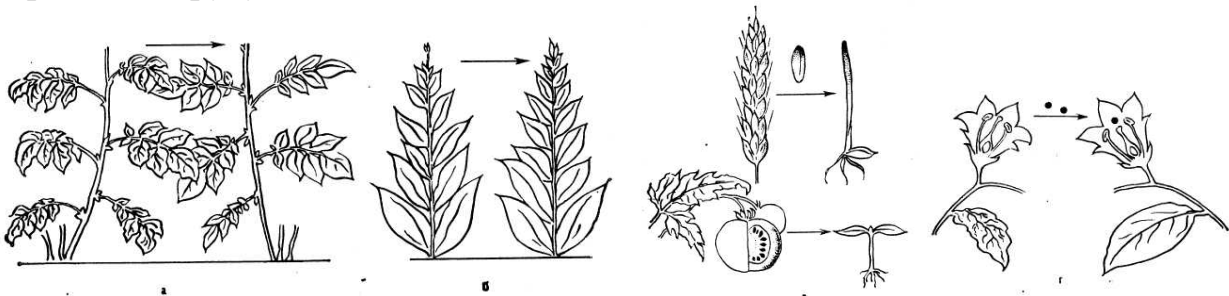


Рис. 1.4. Шляхи передачі вірусів: а – за контакту заражених та хворих рослин; б – з операціями по догляду за рослинами; в – з насінням; г – з пилок.

Передача щепленням. За вегетативного розмноження (з бульбами, коренеплодами, вусами суниці). Характерно для багатьох вірусів плодкових культур, винограду, якщо для щеплення використовується заражений матеріал.

Передача через насіння та пилок. Здатність поширюватися з насінням мають приблизно 20% вірусів. Насамперед це віруси бобових (збудники мозаїки квасолі, сої), томатів (ВТМ), огірків (огірковий вірус-2). Передача вірусів через пилок достовірно встановлена лише для небагатьох вірусів плодкових культур.

Найбільш поширений тип прояву вірусних захворювань рослин – мозаїчне забарвлення листків, стебел, квіток і плодів, що виявляється у вигляді плям нормально забарвленої тканини і тканини різних кольорів (білого, жовтого, ясно-зеленого тощо). Віруси викликають також некрози уражених тканин та деформації (нитчастість, папоротникоподібність, скручування, кучерявість, подрібнення або збільшення листкових пластинок, бородавок, пухлин). Плоди стають дрібними, деформуються і розтріскуються. Коренева система недорозвивається.

Окрім морфологічних змін тканини ураженої рослини, віруси викликають і цитологічні порушення: утворення внутрішньоклітинних включень – аморфних частинок, або Х-тіл, і кристалічних часток у клітинах заражених тканин, особливо в клітинах епідермісу та волосках.

Завдання 3. Мікоплазми – збудники хвороб рослин

Навчальний матеріал: рослини томату, картоплі з симптомами мікоплазмозу та здорові.

3.1. Описати будову, основні властивості, механізм розмноження та збереження мікоплазмових організмів.

3.2. Розглянути, описати та зарисувати найтиповіші симптоми прояву мікоплазмових хвороб: стовбур на листках томатів.

Теоретичний матеріал

Мікоплазми – специфічна група мікроорганізмів, що займає проміжне положення між вірусами та бактеріями. Вони являють собою поліморфні організми, які можуть мати тільця різної форми (округлі, овальні, гантелеподібні, нитчасті тощо) та розміру (від 50-80 нм до 110-690 нм у діаметрі). На відміну від вірусів мікоплазми у своєму складі мають два типи нуклеїнової кислоти (РНК та ДНК) тарибосоми, замість оболонки оточені подвійною мембраною.

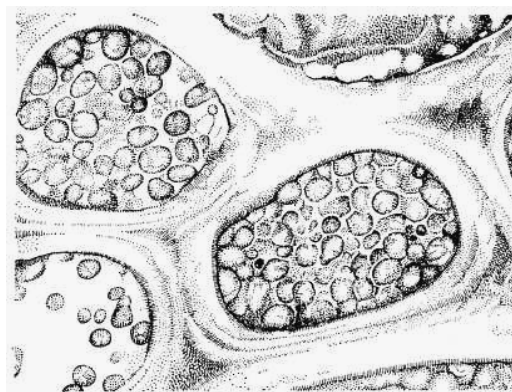


Рис. 1.5. Мікоплазми

Розмноження відбувається шляхом брунькування та бінарним поділом. Розповсюдження у рослині мікоплазмів відбувається переважно через провідні судини флоєми (ситовидні трубки та паренхіму). Перенесення інфекції мікоплазмів у природних умовах відбувається цикадками церкулятивним способом, тобто після проходження інкубаційного періоду в організмі переносника.

Мікоплазми перезимовують тільки в живих частинах рослини (бульбах, коренеплодах, цибуліні за вегетативного розмноження) або в коренях та кореневищах багаторічних бур'янів. Із рослинними рештками мікоплазми не зберігаються і з насінням не передаються.

Симптоми прояву мікоплазмових хвороб такі: пожовтіння листків, карликовість, ізростання пагонів – «відьмині мітли», позеленіння квіток,

видозміни їх будови, перетворення генеративних органів у вегетативні.

Завдання 4. Бактерії – збудники хвороб рослин

Навчальний матеріал: листки огірка, тютюну, уражені бактеріальними плямистостями; коренеплоди буряку з кільцевою гниллю і туберкульозними наростами; коріння саджанців яблуні, уражені раком; капуста, уражена судинним бактеріозом; стебла томату, уражені збудником бактеріального раку; бульби картоплі, уражені мокрою гниллю.

4.1. Вивчити будову, основні властивості бактерій, описати механізм розмноження, розповсюдження та збереження бактерій.

4.2. Розглянути, описати та зарисувати найтипівіші симптоми прояву бактеріальних хвороб дифузного та локального типів.

Теоретичний матеріал

Бактерії – одноклітинні організми. Розмір бактеріальної клітини від 0,5 до 4,5 мкм у довжину та від 0,3 до 0,6 мкм у ширину. Майже всі фітопатогенні бактерії (до 400 видів, із яких найбільш шкочочинні декілька десятків) мають паличкоподібну форму, рухливі завдяки наявності джгутиків.

Залежно від характеру розташування джгутиків усі рухомі бактерії поділяються на *монотрихи* – із одним полярним джгутиком, *лофотрихи* – з пучком джгутиків на одному із кінців та *перитрихи* – із джгутиками, розташованими по всій поверхні клітини (рис. 1.6).

Нуклеоїд бактеріальної клітини складається із ДНК, розподілений у цитоплазмі у вигляді дрібних зерен. Клітина має багат шарову оболонку – клітинну стінку, оточену тонким слизистим шаром.

Фітопатогенні бактерії починають розмножуватися за температури 5-10°C, оптимальна температура розмноження 20-25°C, призупиняється воно за температури 33-40°C. Термальною точкою загибелі (бактерії гинуть за 10 хвилин) вважається температура 40°C. Більшість бактерій – аероби, добре розмножуються в умовах нейтрального або слаболужного середовища (рН 7,0-8,0). За характером живлення бактерії – гетеротрофи.

Фітопатогенні бактерії розмножуються безстатево шляхом поділу материнської клітини. Спадкова мінливість патогенних ознак виникає внаслідок спонтанних мутацій та рекомбінацій, які можуть здійснюватися в процесі трансформації (ДНК однієї клітини адсорбується іншою), трансдукції (фаг переносить ДНК із однієї клітини в іншу) або кон'югації (дві клітини вступають в контакт між собою і ДНК із однієї переходить в іншу) (рис. 1.7).

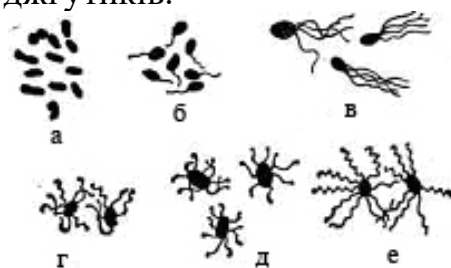


Рис. 1.6. Фітопатогенні бактерії: а – без джгутиків; б, в – з полярним розташуванням джгутиків (б – монотрихи, в – лототрихи); г, д, е – бактерії з перитрихіальним розташуванням джгутиків (перитрихи).

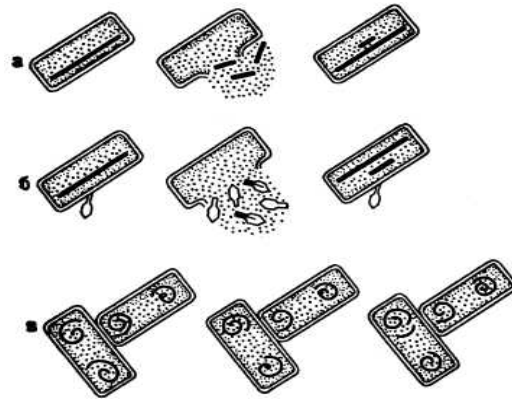


Рис. 1.7. Схема генетичного процесу бактерій: а – трансформація;
б – трансдукція; в – кон'югація.

Розповсюдження бактеріальних хвороб має ряд основних особливостей:

- бактерії нездатні проникати в рослини безпосередньо через покривні тканини; зараження відбувається через прорихи, сочевички або пошкодження покривних тканин;

- зараженню рослин сприяє підвищена вологість повітря та наявність краплинно-рідкої вологи;

- перенесення бактерій у період вегетації може здійснюватися повітряним шляхом (на невеликі відстані), водою (переважно дощем), комахами, птахами, людиною, знаряддями праці, тарою тощо;

- бактерії зберігаються за несприятливих умов зовнішнього середовища в насінні, садивному матеріалі, немінералізованих рослинних рештках, як правило, не мають форми спокою і не здатні довгий час виживати в ґрунті (винятком є спороутворюючі бактерії роду *Vacillus* та представники роду *Agrobacterium*).

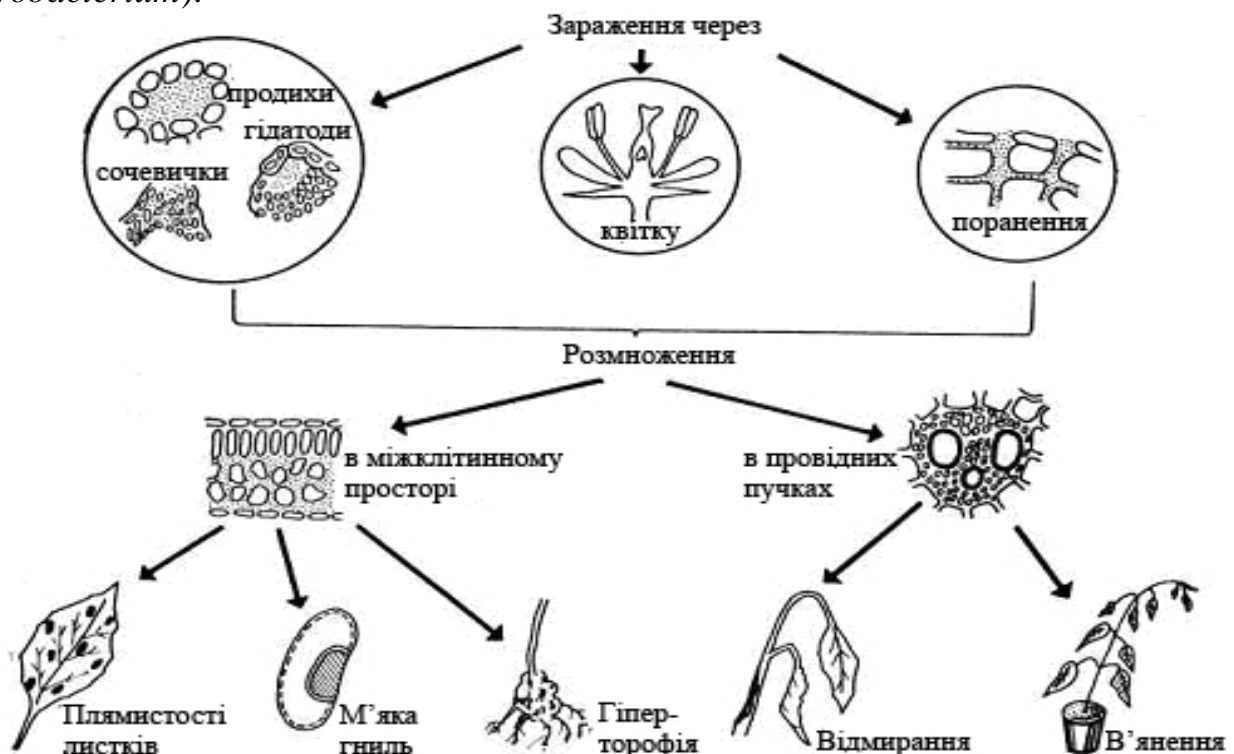


Рис. 1.8. Способи проникнення фітопатогенних бактерій, розмноження в тканинах та симптоми ураження

Типи бактеріозів. За впливом бактерій на рослину (ураження паренхімних тканин або судинної системи) та ступенем ураження тканин бактеріальні хвороби поділяються на три групи: бактеріози дифузні або системні (ураження судинної системи), бактеріози місцеві або локальні (ураження паренхіми), змішані бактеріози (судинно-паренхіматозні).

I. Дифузний бактеріоз характеризується проникненням збудника в судинну систему, розповсюдженням і закупоркою провідних пучків та прилеглих до них тканин, що призводить до порушення нормального процесу надходження води в рослину і викликає часткове або повне *в'янення* рослин (*наприклад*, кільцева гниль картоплі, бактеріальний рак томатів, судинний бактеріоз капусти).

II. Місцеві бактеріози проявляються в ураженні паренхімних тканин окремих органів рослин – листків, плодів, пагонів тощо. Основні симптоми прояву – це некрози, хлорози, гнилі та пухлини.

Некрози – це ділянки відмерлої тканини бурого або чорного кольору незграбної форми (*наприклад*, бактеріоз огірка, рябуха тютюну). На початку хвороби плями маслянисті, потім буріють, на нижньому боці плям часто утворюється тонка біло-жовтувата плівка – засохлий екссудат.

Гнилі виникають внаслідок ураження бактеріями соковитих, збагачених вуглеводами паренхімних тканин – бульб, плодів, коренеплодів. Під дією ферментів руйнується міжклітинна речовина (мацерація тканин), внаслідок чого тканина розкладається, з'являється неприємний запах.

Пухлини розвиваються в результаті посиленого росту і ділення уражених клітин (*наприклад*, туберкульоз буряку, кореневий рак яблуні).

III. Змішані бактеріози (судинно-паренхіматозні) характеризуються одночасним розвитком збудника в паренхімній тканині та судинній системі. Хвороби виявляються у вигляді *в'янення* надземних частин рослин і супроводжуються *плямистостями* і *гниллю* окремих органів (*наприклад*, бактеріальний рак томатів, кільцева гниль картоплі).

Завдання 5. Актиноміцети – збудники хвороб рослин

Навчальний матеріал. Свіжі бульби картоплі та коренеплоди буряка, уражені звичайною паршею.

5.1. Вивчити та описати будову, механізм розмноження та збереження актиноміцетів.

5.2. Розглянути, описати та зарисувати симптоми прояву актиноміцетних хвороб (парші картоплі). Із свіжовикопаних бульб картоплі з виразками, де є грибниця, приготувати мікроскопічний препарат збудника парші *Streptomyces scabies*. За малого збільшення мікроскопа розглянути нитки грибниці або окремі палички, на які вона розпадається, та повітряні гіфи із циліндричними спорами.

Теоретичний матеріал

Актиноміцети, або променисті гриби, мають ознаки як грибів, так і бактерій. Вегетативне тіло їх складається з одноклітинних, тонких гіф, що гілкуються та променисто розростаються у всі боки.

Розмножуються актиноміцети уривками міцелію або конідіями, що утворюються на спеціальних відгалуженнях міцелія – спіральних або прямих спороносцях (рис. 1.10).

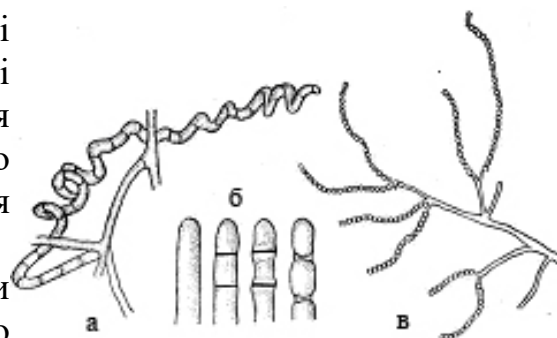


Рис. 1.10. *Streptomyces scabies*:

а – спіральні спороносці на міцелії;

б – окремі фази утворення спор на кінцях гіф;

в – міцелій із спороношенням.

Схожість з бактеріями полягає у відсутності цільного ядра, малих розмірах клітин, на які розпадається дозрівший міцелій, і належності до лужного середовища. Більшість актиноміцетів – сапрофіти, що зберігаються в ґрунті, на рослинних рештках, гної тощо. Проте є види, здатні паразитувати на рослинах.

Завдання 6. Гриби – збудники хвороб рослин. Грибниця та її видозміни

Навчальний матеріал: одноклітинна грибниця, столони, ризоїди гриба *Rhizopus nigricans* Ehr., багатоклітинна грибниця гриба *Botrytis cinerea* Pers. et Fr., анастомози гриба *Agaricus campestris* (Fr.) Quel., міцеліальні тяжі, плівки і пряжки гриба *Merulius lacrymans* Schura., гаусторії грибів *Albugo candida* (Pers. et Lev.) Kuntze і *Peronospora effusa* (Grev.) Tul., склероції грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) dBy., *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., *Rhizoctonia solani* Kuehn, *Monilia fructigena* Pers., ризоморфи гриба *Armillaria mellea* Quel.

6.1. Приготувати препарат із одноклітинної поверхневої грибниці мукових грибів (*Rhizopus nigricans*): грибницю і спороношення гриба зняти з субстрата голкою і перенести на предметне скло в краплю води. За малого збільшення мікроскопа розглянути грибницю та зарисувати її будову.

6.2. Приготувати препарат із багатоклітинної грибниці гриба *Botrytis cinerea*, що викликає сіру гниль овочевих та інших культур. Розглянути під мікроскопом за малого збільшення та зарисувати багатоклітинну грибницю з добре помітними поперечними перегородками.

6.3. Приготувати мікроскопічні препарати, розглянути під мікроскопом за малого збільшення та зарисувати відозміни міцелію грибів: столони, ризоїди, анастомози, пряжки і гаусторії:

а) на препараті гриба *Rhizopus nigricans* розглянути столони та ризоїди;

б) анастомози переглядають на молодому міцелії шампінйона;

в) пряжки переглядають на препараті гриба *Merulius lacrymans*;

г) для вивчення гаусторіїв використовують гриби роду *Albugo candida* і *Peronospora effusa*.

6.4. Для мікроскопічного вивчення істинного склероція приготувати препарат із гриба *Sclerotinia sclerotiorum* або *Claviceps purpurea*. За малого збільшення на тонкому поперечному зрізі розглянути зовнішній та внутрішній шар склероція – параплектенхіму та прозоплектенхіму. Тканину несправжнього склероція розглядають на поперечному зрізі гриба *Rhizoctonia solani*. Складний склероцій вивчається на прикладі гриба *Monilia fructigena*.

6.5. Виготовити препарат та розглянути на поперечному зрізі ризоморфи гриба опенька *Armillaria mellea*: темну периферичну тканину і білу серцевину.

6.6. Міцеліальні тяжі й плівки гриба *Merulius lacrymans* слід розглянути без мікроскопування і зарисувати.

Теоретичний матеріал

Залежно від будови вегетативного тіла гриби поділяють на два відділи – *Мухомycota* та *Еумycota*. У *Мухомycota* вегетативне тіло складається з плазмодія (протоплазматичної амебоїдної маси, що не має власної оболонки) або грибниці. Грибниця нижчих грибів одноклітинна, без перегородок, а вищих грибів – члениста або багатоклітинна (рис. 1.11).

Грибниця, або міцелій, є сплетенням тонких ниток, або гіф, із безперервно наростаючими кінцями. Грибниця, що розвивається на поверхні уражених органів рослин, має вид ніжного пухнастого павутинного нальоту або ватоподібних скупчень (гриби-ектопаразити). В інших грибів міцелій утворюється і поширюється всередині уражених тканин рослин або в ґрунті (гриби-ендопаразити).

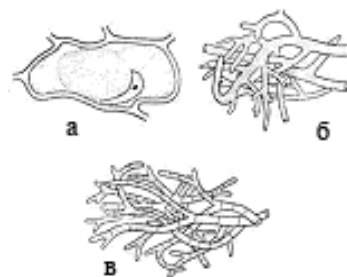


Рис. 1.11. Типи грибниці:

1 – амебоїд у клітині рослини-господаря; 2 – добре розвинена, неспетована; 3 – багатоклітинна.

Гриби мають здатність видозмінювати вегетативне тіло залежно від умов зовнішнього середовища. До основних видозмін міцелію відносять *столони*, *ризоїди*, *анастомози*, *пряжки*, *гаусторії*, *склероції*, *ризоморфи*, *міцеліальні тяжі* та *плівки* (рис. 1.12).

Столони – короткі гіфи, що не гілкуються, енергійно ростуть і сприяють швидкому розповсюдженню гриба в субстраті.

Ризоїди – пучок коротких розгалужених гіф, що розвиваються за зіткнення з твердим субстратом і служать для прикріплення до нього.

Анастомози – бічні вирости міцелію, що з'єднують гіфи між собою. Через них клітинні ядра переходять із однієї клітини в іншу.

Перетяжки – невеликі плоскі клітини, розташовані біля поперечної перегородки міцелію. В зрілому стані мають отвір, через який ядро переходить із однієї клітини в іншу.

Гаусторії – короткі вирости грибниці, що проникають у порожнину клітини рослини для поглинання поживних речовин.

Склероції – темні тіла щільної консистенції, різноманітної форми та розмірів, що складаються із сплетіння гіф, містять велику кількість поживних речовин, особливо жиру (до 30%).

Ризоморфи – видозмінена грибниця базидіальних грибів, що ззовні має вигляд товстих темнозабарвлених шнурів, іноді сильно розгалужених.

Міцеліальні тяжі – гіфи вищих грибів, що ростуть паралельно один одного і склеєні між собою слизистою речовиною, яка виділяється оболонками клітин, або сполучені короткими анастомозами.

Міцеліальна плівка або шкірка – типове для грибів, що руйнують деревину, щільне переплетення гіф завтовшки в декілька міліметрів, на якому розвиваються плодові тіла або від якого відходять гіфи грибниці.

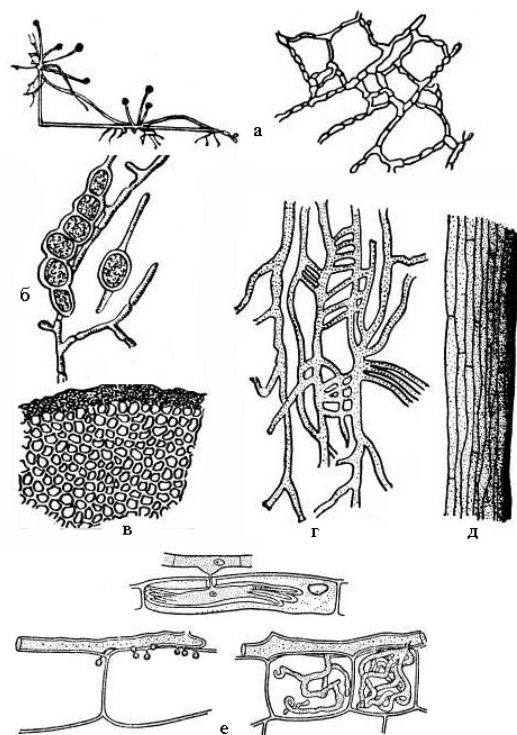


Рис. 1.12. Видозміни міцелію:
а – столони та ризоїди; б – хламідоспори; в – склероції; г – анастомози; д – ризоморфи; е – гаусторії (зверху – *Albugo*; зліва – *Erysiphe*; справа – *Peronospora*).

Завдання 7. Розмноження грибів

Навчальний матеріал: оїдії гриба *Saccharomyces cerevisiae* Hans.; хламідоспори гриба *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.; спорангії гриба *Rhizopus nigricans* Ehr.; конідіальне спороношення гриба *Peronospora effusa* (Grev.) Tul.; ложе гриба *Colletotrichum*; пікніди грибів *Phoma*, *Ascochyta*; спори *Synchytrium endobioticum* Pers, що покояться; ооспори гриба *Plasmopara nivea* Schr.; сумки з спорами гриба *Peziza*; базидії і базидіоспори сироїжки або гнойового гриба *Coprinus*.

7.1. Описати та зарисувати органи вегетативного розмноження грибів на прикладі препаратів, виготовлених із оїдій гриба *Saccharomyces cerevisiae* (хлібопекарські дріжджі) та хламідоспор *Fusarium nivale*.

7.2. Описати та зарисувати органи безстатевого розмноження грибів, переглядаючи під мікроскопом препарати, виготовлені з спорангіїв гриба *Rhizopus nigricans*, конідіеносців і конідій гриба *Peronospora effusa*.

7.3. Описати та зарисувати органи статевого розмноження грибів, переглядаючи під мікроскопом препарати, виготовлені з спор *Synchytrium endobioticum*, ооспор *Plasmopara nivea*, сумок із сумкоспорами сапрофітного гриба *Peziza*, базидій і базидіоспор пластинчастого гриба (сироїжки).

Теоретичний матеріал

У грибів розрізняють два типи розмноження: **вегетативне і репродуктивне**. **Вегетативне розмноження** здійснюється частинами гіф міцелію або його спеціалізованими частинами – оїдіями, бластоспорами, хламідоспорами, геммами (рис. 1.13).

Оїдії утворюються внаслідок розпаду міцелію на окремі недовговічні клітини овальної, яйцеподібної форми з тонкою оболонкою, що сприяють розповсюдженню інфекції в період вегетації і проростають у міцелій.

Бластоспори виникають у результаті брунькування гіф або спор із утворенням ланцюжків. Бластоспорами розмножуються дріжджі та гриби підкласу Голосумчасті (класу *Ascomycetes*).

Хламідоспори утворюються за розпаду міцелію на окремі клітини або комплекси клітин, покриті щільною темною оболонкою, завдяки якій здатні тривалий час зберігатися за несприятливих умов.

Геми за способом формування нагадують хламідоспори, але більш різноманітні за формою і розмірами. Трапляються геми у представників класів *Ascomycetes* (порядку *Taphrinales*), *Basidiomycetes* (порядку *Ustilaginales*), *Deuteromycetes* та інших грибів.

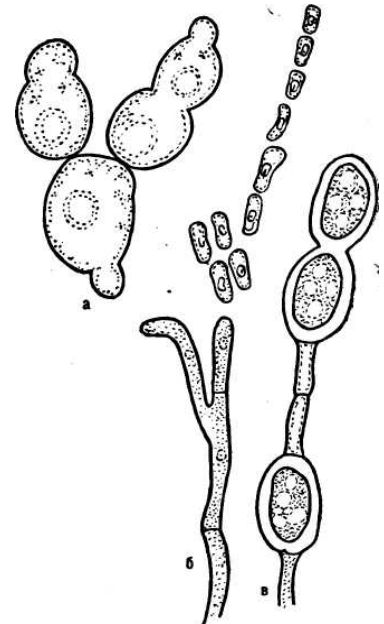


Рис. 1.13. Вегетативне розмноження грибів:
 а – бластоспори;
 б – оїдії (артроспори);
 в – хламідоспори.

Репродуктивне розмноження відбувається безстатевим шляхом із утворенням спор без запліднення і статевим шляхом, за якого утворенню спор передують злиття різностатевих органів.

Безстатеве репродуктивне розмноження здійснюється за допомогою спор, що утворюються на особливих гілках міцелію, які відрізняються від вегетативних гіф будовою і характером росту. Спори безстатевого розмноження можуть бути **ендогенного** та **екзогенного** походження.

Спори ендогенного походження, що формуються усередині особливих вмістилищ, бувають двох типів:

1) **спорангієспори** – нерухомі, покриті оболонкою спори, що формуються в спорангіях на спорангієносцях;

2) **зооспори** – рухомі у воді, з одним-двома джгутиками спори (грудочки протоплазми без оболонки), які утворюються в зооспорангіях, розташованих на зооспорангієносцях. Утворення зооспор характерне для *Muchomycota* (*Plasmodiophorales*), *Chytridiomycetes* та *Oomycetes*.

Екзогенні спори утворюються безпосередньо на поверхні спеціальних виростів і називаються **конідіями**, а самі вирости – конідієносцями (рис. 1.14).

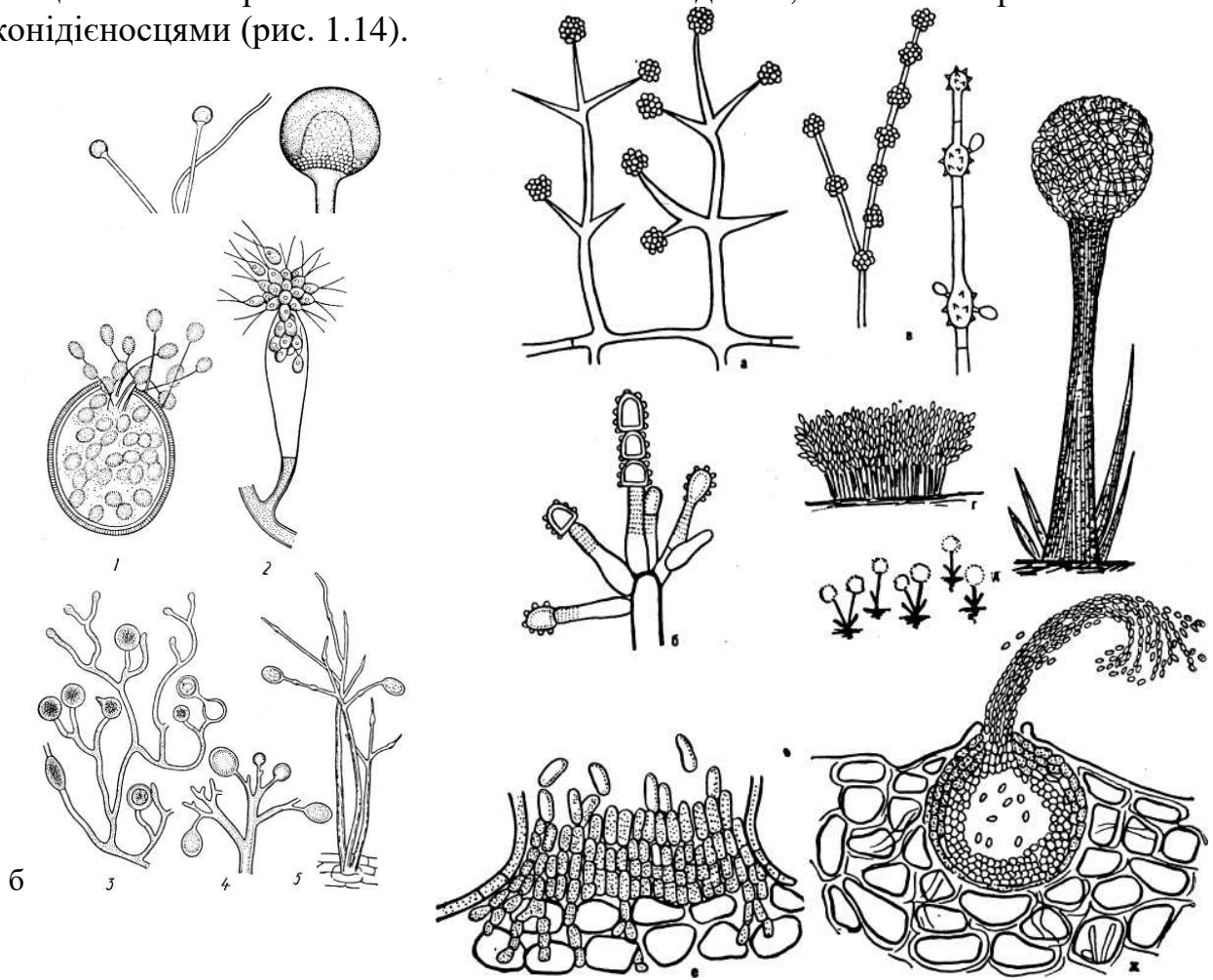


Рис. 1.14. Органи безстатевого розмноження грибів:

а) 1 – спорангієносці із спорангіями грибів-зигоміцетів; 2 – спорангій; б) зооспорангії і зооспорангієносці: 1 – гриби роду *Olpidium*; 2 – гриби роду *Saprolegnia*; 3, 4, 5 – пероноспорові гриби (3 – *Pythium*; 4 – *Pseudoperonospora*; 5 – *Phytophthora*); в) типи конідіального спороношення: а, б, в – одиночні конідієносці; г – спородохія; д – коремія; е – ложе; ж – пікніда.

Конідії розрізняються за величиною, забарвленням, формою, способом прикріплення. Конідієносці можуть розміщуватися на грибниці одинично або групами. У ендогенних грибів, міцелій яких поширений у тканинах рослин, конідієносці виступають на поверхню через продири або під тиском їх маси розривають епідерміс, утворюючи тим самим форми конідіального спороношення: коремії, ложа, спородохії та пікніди (рис. 1.14).

Коремії – це пучки щільно сполучених один із одним конідієносців, на кінцях яких утворюються конідії. Споророшення кореміального типу часто буває у грибів класу *Deuteromycetes* порядку *Hymenomycetales*.

Ложе – подушкоподібне, ущільнене або більш рихле накопичення гіф міцелію гриба, що сформувалися на поверхні ураженого субстрата або занурені в нього, але за дозрівання виступили назовні. Така форма конідіального спороношення характерна для грибів порядку *Melanconiales* (клас

Deuteromycetes).

Спородохії – це конідиеносці з конідіями, зібрані в подушечки. Спороношення такого роду часто спостерігається у грибів порядку *Hyphomycetales* (клас *Deuteromycetes*).

Пікніди – кулясті або грушоподібні вмістища для конідій (*пикноспор*), занурені в субстрат з щільною, звичайно темною оболонкою, що складається із сплетення грибниці, з вузьким отвором зверху. Конідії, або пікноспори, накопичуються в порожнині пікніди і потім виходять звідти через отвір суцільною слизистою масою, що застигає на повітрі у вигляді крапель або скручених ниток. Спороношення типу пікнід – основна ознака грибів порядку *Sphaeropsidales* або *Picnidiales* (клас *Deuteromycetes*).

Статеве репродуктивне розмноження здійснюється спорами, які утворюються у результаті статевого процесу, суть якого полягає у злитті двох різностатевих клітин – гамет.

Статеве розмноження характерне для всіх груп грибів, крім *Deuteromycetes*. **Типи статевого процесу** у грибів поділяються на чотири групи: *гаметогамія*, *гаметангіогамія*, *соматогамія* і *зигогамія*.

У **нижчих грибів** внаслідок злиття двох рухомих вегетативних зооспор (або гамет) утворюється **зооспорангій** або **циста**. Внаслідок злиття двох різних формою і розміром клітин з'являється **ооспора**, а за злиття однакових за формою клітин – **зигоспора**. Ці спори часто мають подвійну оболонку з різними інкрустаціями (рис. 1.15).

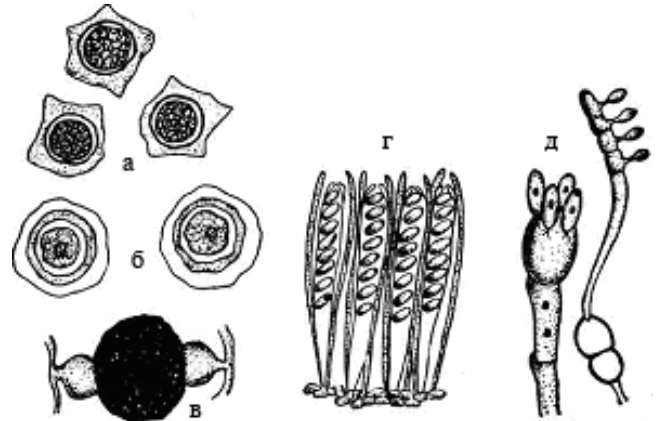


Рис. 1.15. Спори статевого розмноження грибів:

а – цисти; б – ооспори; в – зигоспора; г – аски (сумки) з аскоспорами; д – базидії з базидіоспорами.

Вищі сумчасті гриби розмножуються шляхом утворення сумок з сумкоспорами (асок із аскоспорами). У деяких із них сумки можуть розвиватися безпосередньо на грибниці, але у більшості вони утворюються в спеціальних плодових тілах (сплетеннях гіф грибниці) або на їх поверхнях.

Плодові тіла грибів бувають трьох типів: *клеїстотеції*, *перитеції* і *апотеції* (рис. 1.16).

Клеїстотеції – закриті, частіше округлі плодові тіла з підвісками різної форми, усередині яких розташовані безладно або паралельним пучком сумки із сумкоспорами.

Звільняються останні після руйнування або розриву оболонки клеїстотеція.

Перитеції – плодові тіла з вузьким отвором на вершині. Сумки в них звичайно утворюються пучком, а у деяких грибів знаходяться в сплетенні

грибниці, яка називається сумкостромою. За формою сумкостроми нагадують перитеції і їх часто називають псевдотеціями.

Апотеції – відкриті, переважно чашеподібної або блюдцеподібної форми плодові тіла, на поверхні яких широким гіменіальним шаром розвиваються сумки, а між ними розташовані безплідні гіфи – парафізи.

У вищих базидіальних грибів статевий процес завершується утворенням **базидій з базидіоспорами** (рис. 1.15). Базидії бувають булавоподібні або циліндричні, багато- або одноклітинні (фрагмобазидії). На кожній базидії звичайно формується по чотири одноклітинних округлих яйцеподібних або ниткоподібних базидіоспори.

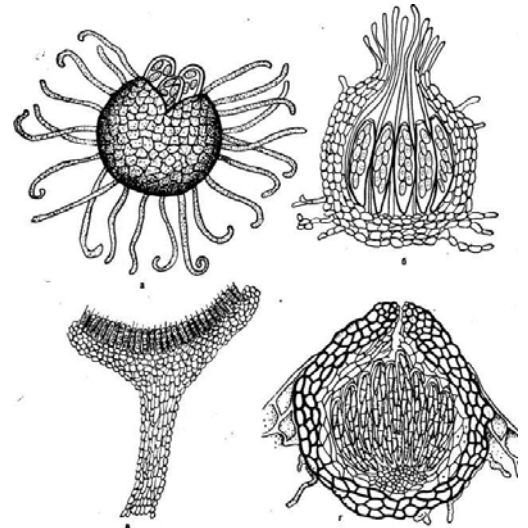


Рис. 1.16. Тип плодових тіл:
а – клейстотецій; б – перитецій;
в – апотецій; г – псевдотецій.

Завдання 8. Ознайомлення з основами систематики грибів

8.1. Дати коротку характеристику класам грибів відділу *Eumycota*.

Теоретичний матеріал

За біологічною класифікацією гриби становлять самостійне царство *Mycota* (у надцарстві *Eucariota*) і поділяються на два відділи – **слизовики або міксоміцети (*Mухомycota*)** і **справжні гриби (*Eumycota*)**. Багатоклітинні гриби відділу *Eumycota* поділяється залежно від способу розмноження, морфології та характеру міцелія на класи :

- Хітридіоміцети (*Chytridiomycetes*);
- Ооміцети (*Oomycetes*);
- Зигоміцети (*Zygomycetes*);
- Аскоміцети або сумчасті (*Ascomycetes*);
- Базидіоміцети або базидіальні (*Basidiomycetes*);
- Дейтеромицети або недосконалі (*Deuteromycetes*).

Класи грибів поділяються на порядки, порядки на родини, родини на роди, роди на види залежно від морфологічних та біологічних особливостей грибів, спеціалізації, ареалу розповсюдження тощо.

Хітридіоміцети, ооміцети та зигоміцети умовно відносяться до **нижчих** грибів. Вегетативне тіло хітридіоміцетів – безформена, без оболонки цитоплазматична маса. Ооміцети і зигоміцети мають одноклітинний несептований міцелій. **Аскоміцети, базидіоміцети і дейтеромицети** мають багатоклітинний, септований міцелій, їх відносять до **вищих** грибів.

Клас хітридіоміцети (*Chytridiomycetes*) об'єднує гриби, у яких вегетативне тіло складається з амебоїда, зачаткової (у вигляді якнайтонших ниток) або слабзорозвиненої грибниці. Зооспори у них з одним джгутиком. Статевий процес ізогамний, протікає шляхом злиття двох рухомих гамет, схожих

за будовою, формою і величиною, внаслідок чого утворюються спори (цисти), що можуть довго зберігатися в ґрунті. Є паразити культурних рослин: *Synchytrium endobioticum* – збудник раку картоплі, *Olpidium brassicae* – збудник чорної ніжки хрестоцвітних культур та ін.

Клас ооміцети (*Oomycetes*) об'єднує гриби з добре розвиненою, але нечленистою грибницею. Безстатеве розмноження здійснюється зооспорами (з двома джгутиками) або конідіями. Статевий процес гетерогамний, що полягає в злитті двох неоднакових клітин: жіночої (оогонія) і чоловічої (антеридія), – та утворенні ооспори. Більшість грибів цього класу – водні організми, але багато, особливо часто пероноспоріві, є паразитами вищих рослин (збудники ложномучнистороссяних, фітофторозних та інших хвороб польових культур).

Клас зигоміцети (*Zygomycetes*) також включає гриби з добре розвиненою нечленистою грибницею. За безстатевого розмноження у них утворюються спорангієспори (у спорангіях) або конідії. Статевий процес ізогамний (злиття двох нерухомих морфологічно однакових клітин) з утворенням зигоспори. Більшість цих грибів – сапрофіти, що поселяються на рослинних рештках, але деякі з них можуть викликати хвороби культурних рослин і комах.

Клас аскоміцети (*Ascomycetes*) об'єднує більше 25 тисяч грибів із багатоклітинною (септованною) грибницею. У багатьох спостерігається безстатеве (конідіальне) спороношення. Статеве розмноження протікає з утворенням сумок і сумкоспор. Цей клас підрозділяється на три підкласи:

- *голосумчасті (*Hemiascomycetidae*)*, у яких сумки формуються безпосередньо на грибниці; збудники (гриби порядку *Taphrinales*) викликають курчавість листків плодів культур;

- *плодосумчасті (*Euascomycetidae*)* – сумки формуються в плодівих тілах; серед них багато збудників хвороб польових культур (борошнистої роси, ріжок злаків, склеротініозу, антракнозу тощо);

- *полосносумчасті* або *локулоаскоміцети (*Loculoascomycetidae*)* – сумки по одній або частіше групами формуються в порожнинах сумкостром (псевдотеціїв); у цьому підкласі також є гриби, що викликають небезпечні захворювання польових культур (паршу яблуні та груші, септоріози, аскохітози).

Клас базидіоміцети (*Basidiomycetes*) об'єднує до 30 тисяч видів, у яких грибниця багатоклітинна, а основним органом спороношення є базидія, що утворюється на двоядерній грибниці в результаті статевого процесу. Залежно від типу базидій цей клас грибів поділяють на три підкласи:

- *хомобазидіальні (*Homobasidiomycetidae*)* – базидій одноклітинні, булавоподібні, з базидіоспорами, розташованими на вершинах;

- *гетеробазидіальні (*Heterobasidiomycetidae*)* – базидії багатоклітинні, базидіоспори розташовані по одній на кожній клітині;

- *склеробазидіальні* або *телиоміцети (*Sclerobasidiomycetidae* або *Teliomycetidae*)* – базидії одноклітинні або багатоклітинні, завжди утворюються з проростаючих теліоспор; найбільш шкідливі сажкові, об'єднані в порядок *Ustilaginales*, та іржасті гриби з порядку *Uredinales*.

Клас дейтероміцети (*Deuteromycetes*) об'єднують понад 25 тисяч

видів гриби із добре розвиненою багатоклітинною грибницею, більшість із яких розмножується безстатевим шляхом (конідіями) або вегетативно (грибницею). Деякі з них за певних екологічних умов здатні до статевого відтворення сумок з сумкоспорами або ж базидії з базидіоспорами.

Недосконалі гриби підрозділяють на порядки за типом спороношення:

➤ *зіфоміцети (Hyphomycetales)* – конідії розвиваються на вільних або зрощених конідієносцях; до найголовніших збудників хвороб відносять роди *Botritis*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Cercospora*, *Monilia*, *Fusarium*, *Clasterosporium*, що викликають велику кількість хвороб сільськогосподарських культур (сіру гниль або ботритіоз, вертицельоз, кладоспоріоз, альтернаріоз, церкоспороз, моніліоз, фузаріоз, клястероспоріоз тощо).

➤ *меланконієві (Melanconiales)* – конідії розвиваються у ложах або подушечках; відносяться роди *Coletotrichum* та *Cloesporium*, що викликають антракнози;

➤ *пикнідіальні (Picnidiales)* – конідії утворюються у пікнідах, до основних родів відносять *Phoma*, *Ascochyta*, *Septoria*, *Sphaeropsis*, що викликають розвиток фомозів, аскохітозів, септоріозів, чорного раку яблуні та інших захворювань сільськогосподарських культур;

➤ *стерильні (Mycelia sterila)* – не розвивають спороношення, відносять роди *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, які викликають чорну ніжку капусти, коренідбуряків, склероціальну гниль овочевих культур та інші захворювання.

Контрольні питання

1. Назвіть основні типи прояву хвороб рослин.
2. Дайте характеристику будові вірусів та механізму їх розмноження.
3. Які шляхи розповсюдження вірусів існують ?
4. Назвіть типи прояву вірусних і мікоплазмових хвороб рослин.
5. Дайте характеристику мікоплазмам та актиноміцетам.
6. Опишіть особливості розповсюдження бактеріальних хвороб.
7. Які існують типи бактеріозів? Дайте їм характеристику.
8. Розкажіть про вегетативне тіло грибів та видозміни міцелію.
9. Чим здійснюється вегетативне розмноження грибів ?
10. Дайте характеристику органам безстатевого репродуктивного розмноження грибів.
11. Дайте характеристику спорам статевого розмноження грибів та типам плодових тіл аскоміцетів.
12. Назвіть класи грибів і дайте їм характеристику.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Інфекційні захворювання пшениці

Мета: вивчити інфекційні сажкові та іржасті захворювання пшениці.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, пінцети, предметне, покривне скло, лупи, фільтрувальний папір.

Порядок виконання роботи:

Завдання 1. Сажкові захворювання

Навчальний матеріал: гербарні матеріали твердої і летючої сажки пшениці, карликової сажки озимої пшениці, стеблової іржі злаків, бурої і жовтої іржі пшениці; препарати спор твердої сажки пшениці *Tilletia caries* і *Tilletia laevis*, спори летючої сажки пшениці *Ustilago tritici*, спори карликової сажки пшениці *Tilletia controversa*.

1.1. Розглянути уражені твердою та летючою сажкою рослини пшениці. Описати та зарисувати зовнішні ознаки уражених рослин, біологічні особливості та цикл розвитку патогена.

1.2. Приготувати препарат із спор збудника твердої та летючої сажки. На предметне скло в краплю води перенести спорову масу. За малого збільшення розглянути та зарисувати сажкові спори з препарату, описати їх морфологічні особливості: розмір, форму, забарвлення.

1.3. Описати збудників, симптоми захворювань пшениці стебловою, карликовою та індійською сажками. Переглянути препарат із спор збудника карликової сажки пшениці за малого збільшення мікроскопа та зробити зарисовки.

1.4. Провести посів спор твердої сажки в краплю води на предметне скло, попередньо окресливши місце для краплі восковим олівцем. Предметне скло з посівом установити у вологу камеру (чашку Петрі із зволженим фільтрувальним папером). Пророщувати спори за температури 10-17°C. На 4-7-й день після посіву провести облік пророслих спор. Знайти в препараті базидії з базидіоспорами. Зробити зарисовки з препарату.

1.5. Описати заходи боротьби проти сажкових хвороб пшениці.

Теоретичний матеріал

Сажкові захворювання є найбільш поширеними та шкодочинними хворобами, що уражують усі злакові культури. На пшениці відомо 5 видів сажкових захворювань: тверда сажка, пильна або летюча, стеблова, карликова та індійська. Збудниками цих хвороб є гриби із класу базидіоміцетів (*Basidiomycetes*), порядку сажкових (*Ustilaginales*).

Тверда сажка

Захворювання поширене в усіх районах вирощування пшениці.

Збудники: гриби *Tilletia caries* Tul. (син. *T. tritici* Wint.) та *Tilletia laevis* Kuehn (син. *T. foetida* Liro) порядку *Ustilaginales*, класу *Basidiomycetes*. *T. caries* трапляється переважно в західній і центральній областях України, а *T. laevis* –

у південних та південно-східних.

Теліоспори *T. laevis* еліпсоїдні або довгасті, розміром 13,5-22,5 x 12,6-18 (частіше 17 x 14) мкм, темно-коричневі, із гладкою оболонкою (рис. 2.4, г).

Теліоспори *T. caries* кулясті або майже кулясті, розміром 14-25 x 12,6-21 (частіше 18,9 x 18) мкм, світло- або темно-коричневі, інкрустація сітчаста, комірці частіше 5-кутні, ребристі, заввишки 1,4 - 2,1 мкм (рис. 2.4, д).

Симптоми. Перші ознаки захворювання чітко виявляються на початку молочної стиглості зерна (рис. 2.4, а). У цій фазі уражене колосся злегка сплюснене, колоски розчепірені, їх забарвлення інтенсивно зелене з синім відтінком. Внаслідок роздавлювання уражених колосків у фазі молочної стиглості замість «молочка» виділяється сірувата рідина, що має запах триметиламіна (запах оселедцевого розсолу).

У фазі повної стиглості зерна різниця в забарвленні здорового і ураженого колосся пшениці майже зникає. У хворому колосі (рис. 2.4, б) замість зерна формуються чорні сажкові мішечки або соруси, що складаються з щільної оболонки зернівки, заповненої чорною масою дрібних теліоспор. Соруси легко роздавлюються і також мають запах триметиламіна. Уражений колос легкий, у фазу повної стиглості зерна залишається прямостоячим, тоді як здорові під важкістю зерна поникають.

Цикл розвитку хвороби. Під час збору й обмолоту врожаю уражені зерна пшениці легко руйнуються, і теліоспори, розпилюючись, осідають на поверхню здорового зерна, особливо на чубку – щитку або борідці (рис. 2.1).

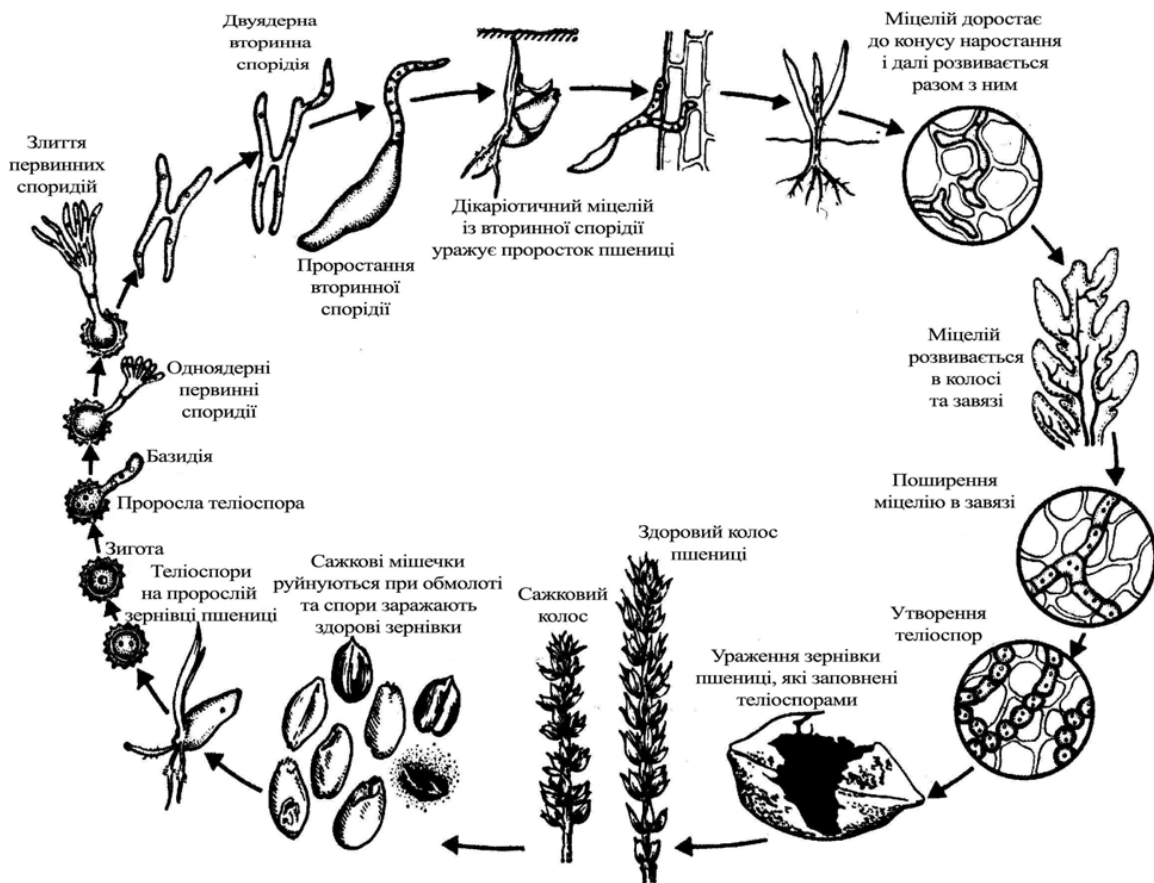


Рис. 2.1. Біологічний та інфекційний цикли розвитку *Tilletia caries*

Разом із висіяним зерном вони потрапляють у ґрунт, де проростають, утворюючи базидію у вигляді трубочки, на якій пучкоподібно розвиваються 4-12 базидіоспор. Проростають теліоспори за широкого інтервалу температури – від +4 до 25°C (оптимум + 16-18°C). Максимальна кількість теліоспор навесні проростає в ґрунті за відносної вологості 40-60%, а найсильніше зараження проростків пшениці буває за температури + 5-10°C. Базидіоспори після копуляції утворюють інфекційні гіфи, що проникають у точку росту проростка пшениці, а згодом у листки та стебла рослини.

У період формування зерна грибниця сильно розростається, а замість зерна утворюється чорна маса теліоспор. Незруйнованою залишається лише зовнішня оболонка зерна, яка є вмістилищем спор.

Життєздатність теліоспор твердої сажки в ґрунті зберігається недовго, оскільки відбувається швидке їх проростання і руйнування під дією ґрунтових мікроорганізмів. Джерелом зараження зерна іноді можуть бути тара, сівалки і різний інвентар, які не піддавалися попередньому знезараженню.

Шкодочинність. Унаслідок ураження рослин твердою сажкою насамперед у колосках замість зерна утворюється спорова маса, в період вегетації гине частина рослин, особливо в пізніх посівах, а також у рослин зменшується ріст стебел на 15-20%, кількість зернівок у колосі на 10-15%, хоча маса 1000 зерен знижується ненабагато. Все це призводить до прихованого недобору врожаю, який нерідко в 5-6 разів перевищує безпосередні втрати від утворення сажкових мішечків замість зерна. За ураження ярих на 30% і більше та озимих на 50% і більше приховані втрати, як правило, відсутні. У таких випадках недобір зерна у відсотках відповідає ураженості рослин пшениці також у відсотках у полі.

Заходи боротьби. 1. Вирощування високостійких до твердої сажки сортів. 2. Протруювання насіння.

Летюча сажка

Захворювання поширене у всіх районах вирощування пшениці.

Збудник: гриб *Ustilago tritici* (Pers. Jens) порядку *Ustilaginales*, класу *Basidiomycetes*. Теліоспори дрібні, кулясті, еліпсоїдні, рідше незграбні або довгасті 3,6-8,1 мкм (частіше 4,5 мкм) у діаметрі з оливково-коричневою оболонкою, густо покритою маленькими щетинами.

Симптоми. Проявляється у фазу колосіння пшениці (рис. 2.5). В уражених рослинах руйнуються всі елементи колоса за винятком стрижня, ще до виходу його з піхви листків. Колос перетворюються на рихлу чорну спорову масу теліоспор, яка спочатку покрита тонкою прозорою плівкою (перидієм). Потім вона швидко руйнується і теліоспори розлітаються, а на стеблі замість колоса залишаються голі стрижні. Остюки колосків сильно редуковані. Уражене колосся має вигляд обгорілих.

Цикл розвитку хвороби. Процес зараження пшениці збудником летючої сажки відбувається тільки через квітки у фазу цвітіння пшениці (рис. 2.2).

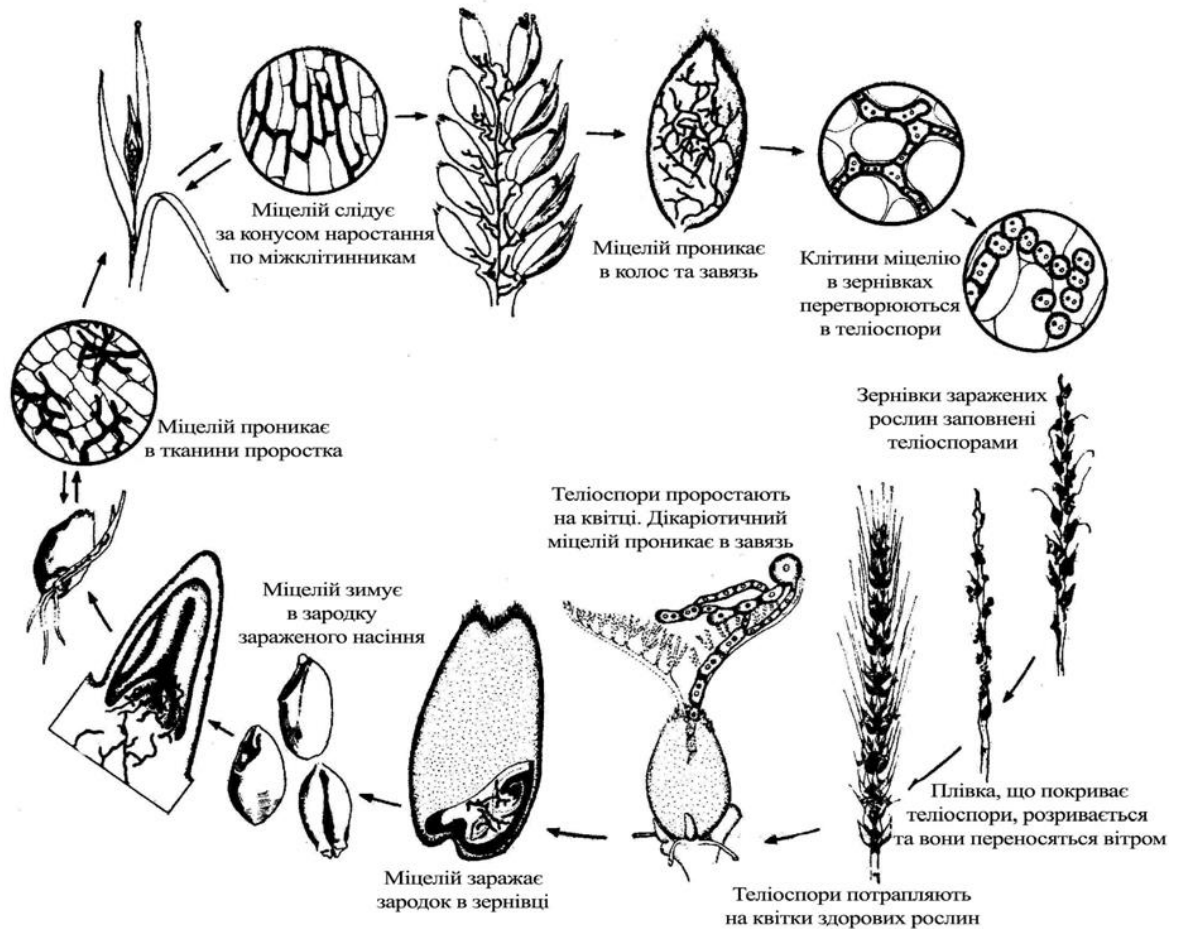


Рис. 2.2. Біологічний та інфекційний цикли розвитку *Ustilago tritici*

Теліоспори *U. tritici*, потрапляючи на приймочку квітки, проростають і утворюють базидії без базидіоспор. Роздільностатеві клітини базидії після копуляції дають початок диплоїдним гіфам, які заражають рослини. Інфекційні гіфи звичайно проникають у канали маточки проростковими трубками пилку. У цих каналах інфекційні гіфи розвиваються в грибницю, яка проникає в зернівку, досягає і заповнює щиток та зародок. Розростаючись у зав'язі, грибниця може пронизувати всі шари перикарпа, насінневі оболонки, алейроновий шар й ендосперм.

До моменту дозрівання зерна гриб морфологічно і фізіологічно змінюється: гіфи роздуваються, стінки їх потовщуються, в цитоплазмі клітин утворюються жирові краплі. В такій формі гриб переходить у стан спокою і може зберігати життєздатність понад три роки.

На початку проростання зерна гіфи грибниці *U. tritici* переходять в активний стан і вражають проростки рослини. Потім грибниця розповсюджується дифузно по стеблу, а іноді проникає в молоді листки. У період формування колоса грибниця рясно розростається і дуже потовщується. Потім стінки клітин гіф стають драглистими і майже вся грибниця перетворюється на безформну масу, що диференціюється на теліоспори. Оптимальною температурою для проростання теліоспор і росту грибниці є $+22-27^{\circ}\text{C}$. За температури $+7-8$ і $+30-33^{\circ}\text{C}$ гриб не розвивається.

Зараження інтенсивно відбувається за відносної вологості повітря 60-85%.

Низька вологість повітря (10-30%) різко знижує інфікованість рослин.

Шкодочинність. У хворих рослин відмічається недобір зерна на 32-36%, зменшення загальної маси на 10-13%, зниження висоти стебел, слабе кущення, а також нерідко і прихований недобір урожаю.

Заходи боротьби. 1. Термічна обробка або протруювання насіння системними фунгіцидами. 2. Вирощування стійких сортів та ін.

Стеблова сажка

Захворювання поширене в Криму України.

Збудник: гриб *Urocystis tritici* Koern. порядку *Ustilaginales*, класу *Basidiomycetes*. Теліоспори (рис. 2.6, б) зібрані в спорокучки і мають вигляд клубочків округлої, еліпсоподібної або довгастої форми розміром 20-45 x 12-28 мкм. Спорокучки складаються з 1-8 (частіше 1-3) центральних (плідних) спор, оточених 5-20 (частіше 10) периферичними (безплідними) спорами. Центральні спори кулясті або еліптичні, ясно-жовті, розміром 5-17 x 4-8, частіше 5-11 мкм.

Симптоми. Виявляється утворенням на стеблах, листках і піхвах повздовжніх, злегка опуклих смуг (рис. 2.6, а). Спочатку вони світліші, ніж забарвлення тканин рослин, а пізніше темніють і набувають свинцево-сірого забарвлення. Довжина їх від 2-3 мм до декількох сантиметрів. За підсихання епідермісу смуги розтріскуються і оголюється темна маса теліоспор. Нерідко уражені листки і піхви зморщуються та закручуються. Хворі рослини відстають у рості, часто замість колоса у них утворюється скручена маса хворої тканини і зерно не утворюється.

Цикл розвитку хвороби. Теліоспори проростають після місячного періоду спокою, утворюючи одноклітинні базидії, на верхівках яких формується вінок із 2-6 циліндричних базидіоспор. Базидіоспори, не відділяючись від базидій, проростають в інфекційні гіфи, які заражають зародок пшениці. Зараження проростка може відбуватися до появи першого листка. За достатньої вологості рослини пшениці заражаються стебловою сажкою за температури ґрунту + 6-15,4°C (оптимальна температура +19-21°C, критичні – мінімальна та максимальна, відповідно 5 і 28°C. Після проникнення патогена в проросток міцелій розвивається в міжклітинниках і всередині клітин до формування сорусів у листовій пластинці, піхвах та інших частинах рослин.

У природних умовах теліоспори зберігають життєздатність у ґрунті не більше року. Основним джерелом інфекції є заспоре́не зерно.

Шкодочинність. Зменшення росту рослин пшениці, кількості листків та продуктивної кущистості. Хворі рослини дають урожай в 4-5 разів менший, ніж здорові. У польових умовах відсоток ураження рослин майже відповідає відсотку недобору врожаю зерна.

Заходи боротьби. 1. Профілактичні заходи: заборона завезення насіння з районів розповсюдження хвороби. 2. Обов'язкове протруювання насіння фунгіцидами. 3. Сівба пшениці після нестерньових попередників.

Індійська сажка

Вперше виявлена в Індії, в Україні це захворювання не спостерігається і вважається об'єктом зовнішнього карантину.

Збудник: гриб *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur порядку *Ustilaginales*, класу *Basidiomycetes*. Теліоспори еліпсоподібні або кулясті, розміром 22-42 x 25-40 мкм, із темно-червонувато-коричневою, непрозорою, сітчастою оболонкою з округлими ребрами, що утворюють кільце завширшки в 2-6 мкм (рис. 2.7, в).

Симптоми. Захворювання проявляється тільки під час дозрівання рослин, коли розкривається колос. Характерною для цієї хвороби є ураження окремих зав'язей. Такі зав'язі не збільшуються в об'ємі, але замість зерна в них утворюється чорна маса теліоспор із запахом гнилої риби. Вражаються зазвичай 1-5 колосків у колосі. Часто спостерігається ураження зародкової частини або борозенки зернівки. Проте зародок руйнується не завжди, тому заражене насіння іноді проростає і дає сходи. За сильного ураження колоскові луски розходяться в різні боки і обпадають, а уражені зерна оголюються і через деякий час також обпадають (рис. 2.7, а, б).

Цикл розвитку хвороби. Проростають теліоспори після проходження періоду спокою за достатньої вологості та температури +15-25°C (оптимум). Нижній і верхній температурний порогови їх проростання відповідно +10 і +32°C. Після проростання теліоспори утворюють товсту коротку базидію (проміцелій), на вершині якої формуються базидіоспори. Висхідними потоками повітря базидії переносяться на нижні покривні тканини зав'язі, що наливається, і заражають її. Зараження відбувається тільки на початку фази оголення колоса, в пізніші фази розвитку квітки гриб нездатний викликати зараження. У період наливу і дозрівання зерна грибиця проникає під покривні тканини, а до настання повної стиглості зерна розпадається на окремі клітини – теліоспори. Дифузне розповсюдження грибиці в рослині не спостерігалось.

Джерелом інфекції можуть бути заспорений ґрунт або насіння. Теліоспори в ґрунті зберігають життєздатність до року, а в зараженому насінні – до трьох років. Інтенсивно розвивається індійська сажка в жаркий період, особливо за підвищеної вологості повітря.

Шкодочинність. Зниження схожості насіння, погіршення товарних якостей зерна і зменшення продуктивності рослин на 10-20%.

Заходи боротьби. Сортів, стійких проти індійської сажки, немає. Дотримання карантинних заходів.

Карликова сажка

Захворювання трапляється в областях, де озима пшениця перебуває протягом довгого часу в незамерзломому ґрунті під сніговим покривом.

Збудник: гриб *Tilletia contraversa* Kuehn., порядку *Ustilaginales*, класу *Basidiomycetes*. Теліоспори кулясті, діаметром 19-27 мкм, темно-коричневі, у масі чорні, з добре вираженою сітчастістю, на поверхні утворюється драглистий безбарвний шар. До 8% спор безбарвні (гіалінові), розміром 17-23 x 12-22 мкм, гладенькі.

Симптоми. За характером прояву захворювання нагадує тверду сажку.

Уражені рослини надто кущаться (іноді утворюється понад 50 стеблин на одній рослині). Стебла в 1,5-4 рази нижчі за стебла здорових рослин. Уражений колос щільний, вкорочений, іноді навіть не виходить із пазухи верхнього листка або залишається наполовину ним покритий до повної стиглості (рис. 2.8).

Цикл розвитку хвороби. Збудник зберігається в ґрунті від 2-х до 9-ти років. Зараження молодих рослин озимої пшениці відбувається з появою сходів (зараження проростків) і до початку їх виходу в трубку. Міцелій проникає в колосся і надалі викликає сажку колосся. Під час збирання врожаю дозрілі сажкові мішечки розриваються й заражують насіння і ґрунт.

Найсприятливішими умовами для проростання спор, зараження сходів і росту гриба є тривала сира і прохолодна погода, а також сонячна погода пізньої осені за температури 1-5°C. Особливо піддаються зараженню південні райони.

Заходи боротьби. 1. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні. 2. Протруювання насіння (не завжди досягається 100-% ефект).

Завдання 2. Іржасті захворювання

Навчальний матеріал: гербарні матеріали стеблової іржа злаків, бурої та жовтої іржі пшениці; препарати уредо- і теліоспор збудника стеблової іржі *Puccinia graminis* Pers.

2.1. Описати збудників, симптоми ураження рослин пшениці лінійною, бурою та жовтою іржею. Вивчити та зарисувати цикл розвитку інфекційних іржастих хвороб.

2.2. Приготувати препарати та вивчити їх під мікроскопом: а) уредо- та теліоспори бурої листової іржі; б) уредо- та теліоспори лінійної іржі. На предметне скло в краплю води нанести частину ясно-бурої подушечки (уредоспори) і шматочок темно-бурої подушечки (теліоспори). За малого збільшення видно спори двох типів: одноклітинні – уредоспори та двоклітинні теліоспори.

2.3. Вивчити зовнішній характер прояву іржі на проміжних рослинах-господарях: листках та ягодах барбарису, на яких розвиваються спермогонії та еції лінійної іржі; листках василистника або ліщини, де розвивається весняна стадія бурої листової іржі пшениці.

2.4. Провести мікроскопічне вивчення еціальної стадії лінійної іржі на барбарисі або бурої листової іржі на ліщині чи василистнику.

2.5. Визначити заходи боротьби проти іржастих захворювань пшениці.

Лінійна або стеблова іржа

Трапляється майже повсюдно, але найбільш шкідлива в деяких західних регіонах України.

Збудник: гриб *Puccinia graminis* Pers. родини *Pucciniaceae*, порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*. Він дводомний паразит: спермогоніальне й еціальне спороношення якого утворюються на видах барбарису (*Berberis J.*) і магонії (*Mahonia Watt*), а урединіо- і теліоспороношення – на пшениці, ячмені та багатьох видах злакових трав.

Еціоспори кулясті або округло-тупо-багатогранні, 14-22 x 12-18 мкм, з

жовтим вмістом, оболонка їх безбарвна, у верхній частині потовщена, покрита дрібними бородавочками. Клітини перидія (покриву еція) щільно сполучені, прямокутні, з товщиною зовнішньої оболонки до 7-13 мкм, покриті бородавочками. Уредініоспори довгасті, еліпсоподібні, одноклітинні розміром 17-42 x 13-23 мкм, оболонка їх жовта з шипиками. Теліоспори на довгій ніжці, двоклітинні, продовгувато-булавоподібні, 35-60 x 12-22 мкм, з потовщеною оболонкою, біля вершини коричневі, гладкі.

Симптоми. Хвороба проявляється на всій рослині у вигляді іржасто-бурих, видовжених подушечок – урединій з уредініоспорами, що розміщуються у вигляді бурих розірваних смуг. По їх краях видно залишки епідермісу, що був розірваний під тиском спорами патогена. Пустули, що злилися, являють собою смуги завдовжки 10-15 см (рис. 2.9).

Цикл розвитку хвороби. Весною базидіоспори проростають на поверхні листка барбарису та, розчиняючи поверхню кутикули, проникають в епідермальні клітини, де утворюють 4-6-клітинну гіфу. Від кожної клітини відходять галузечки, що розвиваються в гаплоїдну грибницю. Далі серед палісадних клітин листка барбарису або на молодих зав'язях магонії зверху утворюються кулясті 120-130 мкм у діаметрі темно-жовті спермогонії (рис. 2.3).

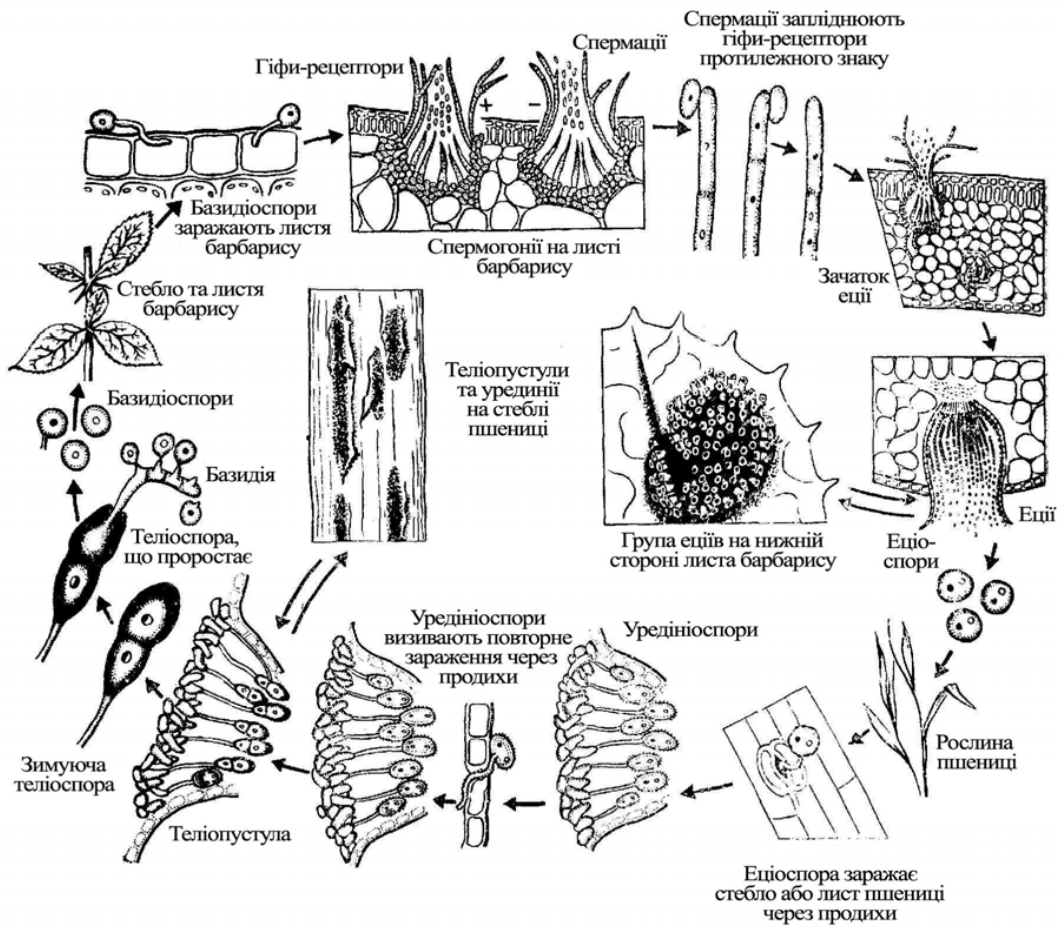


Рис. 2.3. Біологічний та інфекційний цикли розвитку *Puccinia graminis*

У спермогоніях формується величезна кількість дрібних світлих одноклітинних спор – спермацій, за допомогою яких відбувається запліднення інших спермогоніїв, чим і пояснюється поява нових біологічних форм і рас гриба. Ріст спермація припиняється після запліднення та формування диплоїдних гіф з 2-4 ядрами. Багатоядерні клітини проникають у тканину еція для утворення спор. Перед утворенням еціоспор центральні диплоїдні клітини збільшуються в розмірах, часто стають багатоядерними. Вони становлять основу клітин еція, де виникають материнські клітини еціоспори.

Через 2-5 днів після появи спермогоніїв знизу листків барбарису і магонії, а іноді на черешках і молодих пагонах утворюються циліндрично-чашоподібні з відігнутих краєм біло-жовті 2-5 мм у діаметрі еції. Вони розташовуються округлими або поздовжніми групами.

Еціоспори, розлітаючись, потрапляють на пшеницю та проростають за наявності краплинної вологи і температури від 5 до 24°C у грибницю, на якій формуються урединії з урединіоспорами. Таку грибницю називають урединіогрибницею або урединіоміцелієм. Урединії утворюються на листках, листових піхвах, стеблах, остюках і колоскових лусках.

Розвиток збудника у весняно-літній період відбувається у вигляді послідовних урединіогенерацій, кількість яких залежить від екологічних умов. Еціоспори починають розпилюватися в кінці травня – початку червня. Поява урединіоспор здебільшого спостерігається на початку або в кінці липня.

Проростають урединіоспори в краплинній волозі за температури від 1 до 30°C (оптимум + 18-20°C). Оптимальна температура для розвитку захворювання в урединіостадії + 18-28°C. На тривалість розвитку урединіогенерації гриба впливає головним чином температура повітря: за 10°C вона триває 15,6 днів, а за 20°C – до 7 днів.

До кінця вегетації пшениці на листках і особливо на листових піхвах і стеблах з'являються телії з теліоспорами. Звичайно вони розвиваються в місцях формування урединії, але іноді й самостійно.

Зимує збудник у вигляді теліоспор на уражених рослинних рештках на стерні. Проростають теліоспори тільки весною за температури +9-20°C (оптимум +18-22°C) і вологості повітря 95-100%. Тривалість проростання теліоспор залежить від ступеня їх зрілості. Зрілі теліоспори можуть проростати через 3-4 години після поміщення їх у вологу камеру.

Із клітин теліоспор утворюються базидії з базидіоспорами. Розлітаючись, вони потрапляють на барбарис або магонію і дають початок новій грибниці, на якій формуються спермогонії із спермаціями та еції з еціоспорами.

Установлено також, що гриб може зимувати у вигляді урединіогрибниці в кореневищах злакових трав і бур'янів, зокрема пирію повзучого. Весною з урединіогрибниці утворюються урединіоспори, які можуть бути додатковим джерелом інфекції.

Шкодочинність. Виявляється в порушенні водного балансу рослин (посиленні транспірації), ослабленні фотосинтезу, зниженні інтенсивності синтезу та вмісту вуглеводів, зменшенні росту і затримці розвитку рослин. Крім того, патоген викликає безліч розривів епідермісу стебла.

Інтенсивний розвиток стеблової іржі може призвести до вилягання посівів пшениці, різкого зниження врожаю, утворення щуплого зерна з дуже поганими хлібопекарськими якостями. Недобір урожаю може досягати 60-70% і більше.

Заходи боротьби. 1. Під час епіфітотій проводять дворазове обприскування посівів фунгіцидами. 2. Знищення проміжних господарів (барбарису і магонії) поблизу полів (у лісах до 300 м углибину) шляхом вирубки або внесенням навесні чи восени кухонної солі від 1 до 6 кг на кущ (залежно від числа стебел у кущі), яку присипають тонким шаром землі. З цією ж метою застосовують арборіциди.

Бура листкова іржа

Дуже поширене і шкідливе захворювання пшениці, особливо в Лісостепу та Поліссі.

Збудник: дводомний гриб *Puccinia recondita* f. sp. tritici Rob. ex. Desm., порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*.

Урединіоспори кулясті або еліпсоподібні, 17-29 x 16-24 мкм, із жовто-оранжевим вмістом. Оболонка урединіоспор жовто-бура, густо покрита маленькими шипиками з вузькими пропаростковими порами.

Теліоспори двоклітинні, темно-коричневі, в масі – чорні, булавоподібні, 32-49 x 14-22 мкм, на верхівці їх оболонка темніша.

Симптоми. Виявляється головним чином на листках, рідше на листових піхвах і дуже рідко на стеблах (рис. 2.11). Спочатку переважно на верхньому боці листків з'являються іржаво-бурі більш-менш овальні урединії завдовжки 1-2 і завширшки 0,5 мм. Вони прикриті епідермісом, який незабаром розривається, оголюючи велику кількість урединіоспор. За сильного ураження рослин урединіями покривається майже вся листкова пластинка, тоді листки скручуються і швидко всихають. Через 10-15 днів після появи урединій на нижньому боці листової пластинки утворюються злегка видовжені чорні телії з теліоспорами, прикриті епідермісом.

Цикл розвитку хвороби. Розрізняють дві форми гриба: звичайну, або європейську, і сибірську. Звичайна форма, що поширена в Україні у природних умовах майже не утворює еціального спороношення. Дуже рідко еції з еціоспорами можна знайти на рутвеці. Сибірська форма зареєстрована в Сибіру, де збудник утворює еціальне спороношення на рутвиці та ліщині.

Гриб зимує в урединіостадії (частіше у вигляді урединіогрибниці) на озимій пшениці. Зараження пшениці можливе в широких температурних межах, оскільки урединіоспори за наявності краплинної вологи проростають за температури від 2,5 до 31°C. Оптимальною вважається температура від 4-15 до 25°C.

Інкубаційний період хвороби за температури повітря + 4-25°C триває від 18 до 5 днів. За період вегетації пшениці патоген утворює декілька генерацій урединій з урединіоспорами, чим пояснюється сильний розвиток захворювання до початку цвітіння рослин.

Урединіогрибниця і урединіоспори, що утворилися восени, досить стійкі до низьких температур, тому захворювання виявляється весною і надалі

прогресує, досягаючи максимуму в фазах від цвітіння рослин до молочної стиглості зерна. В літній період життєздатність урединіоспор нетривала, оскільки в теплу погоду і за наявності вологи вони швидко проростають.

У південних районах між періодом збирання врожаю і посівом озимих проходить 1,5-3 місяці, тому основна маса урединіоспор гине. Джерелом інфекції є заражені сходи падалиці пшениці. У північніших районах, де розриву між збором і новим посівом озимої пшениці практично немає, урединіоспори можуть потрапляти із решток стерні на нові сходи і заражати їх.

Накопиченню інфекції сприяють прохолодна і волога погода в серпні-вересні попереднього року, тепла зима, а також інтенсивні опади в першій половині вегетації рослин і у фазі колосіння.

Шкідливість. Захворювання призводить до зменшення асиміляційної поверхні листків, підвищення транспірації з повним порушенням водного балансу, що є причиною передчасного відмирання листків. Сильно уражені бурю іржею рослини озимої пшениці з осені мають слабку зимостійкість та посухостійкість. За сильного ураження рослин у колосах утворюється менше зерен, вони мають низьку якість, що є основною причиною недобору врожаю.

Заходи боротьби. 1. Вирощування стійких до бурі іржі сортів. 2. Агротехнічні заходи: своєчасний збір врожаю, знищення сходів падалиці пшениці до появи сходів озимини, шляхом застосування правильної системи післязбирального обробітку ґрунту (за способом напівпару), сівба в оптимальні строки, внесення фосфорно-калійних добрив із мікроелементами восени і весною у вигляді підживлення.

У районах частих епіфітотій проводять обприскування посівів фунгіцидами вперіод від завершення кушення до формування зернівки.

Жовта іржа

Захворювання поширене в Поліссі та Лісостепу України. Вражає пшеницю, ячмінь і багато видів пасовищних і дикорослих злакових трав.

Збудник: гриб *Puccinia striiformis* West. (син. *P. glumarum* Erikss. et Henn.), порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*.

Урединіоспори одноклітинні, яскраво-жовті, кулясті, дещо подовжені, 14-36 x 13-23 мкм, із безбарвною шипуватою оболонкою і яскраво-жовтими краплями жиру діаметром 25-30 мкм. Теліоспори продовгувато-булавоподібні, двоклітинні, бурі, з короткою безбарвною ніжкою, 30-57 x 15-24 мкм.

Характерним для гриба є утворення базидій та базидіоспор жовтого кольору. Спермогоніальна та еціальна стадії відсутні.

Симптоми. Зовнішні ознаки проявляються на листках, у піхвах, на остюках, колосових лусочках, іноді на стеблах і зерні у вигляді лимонно-жовтих, смугастих пунктирних ліній, що залягають рядами між провідними пучками і заповнені дрібними урединіями (рис. 2.12). Часто довжина смуг перевищує 10 см. Нерідко урединії розташовуються скупченими групами, утворюючи на листку плями із хлоротичною каймою. За зараження сходів симптоми характеризуються розповсюдженням урединій в боки та відсутністю ясно виражених смуг.

Пізніше в місцях ураження утворюються розташовані лінійно у вигляді смуг та крапок темно-бурі або майже чорні теліоспори, що не розривають епідерміс. До настання фази цвітіння або молочної стиглості пшениці значна частина листків жовтіє, усихає і обпадає. Поля, уражені збудником жовтої іржі, швидко змінюють забарвлення.

Цикл розвитку хвороби. Збудник розвивається за скороченим циклом. Проміжний господар відсутній. Основним джерелом інфекції є озима пшениця та інші озимі злаки, на яких гриб перезимовує у формі урединіогрибниці.

Урединіоспори проростають за наявності краплинної вологи, заражаючи рослини пшениці. Мінімальна температура для проростання урединіоспор до 0°C, оптимальна +11-13°C і максимальна дещо вища 25°C. Інкубаційний період триває від 12 до 15 днів. За раннього осіннього зараження утворення урединіоспор починається до настання холодної погоди. Якщо зараження рослин відбувається пізньої осені, урединіоспори утворюються тільки наступної весни.

Захворювання спочатку виявляється на нижніх листках, а потім на верхніх. Розповсюдження і максимальний розвиток хвороби спостерігається в травні-червні, а в міру дозрівання пшениці та настання спекотної погоди хвороба поступово слабшає.

Шкодочинність. Особливо шкідливе ураження частин колоса, за якого зерно не наливається, підсихає, стає щуплим і легким.

Заходи боротьби. 1. Агротехнічні заходи. 2. Протруювання насіння фунгіцидами системної дії.

Контрольні питання

1. Назвіть основних збудників сажки пшениці.
2. Опишіть характерні ознаки в будові спор у збудників сажки пшениці.
3. Яку будову мають уредоспори і теліоспори стеблової іржі злаків ?
4. Опишіть цикл розвитку твердої сажки пшениці.
5. Опишіть цикл розвитку летючої сажки пшениці.
6. Назвіть основні симптоми карликової іржі пшениці.
7. Опишіть стадії розвитку базидіальних грибів – збудників іржастих хвороб злакових культур.
8. Опишіть симптоми та цикл розвитку лінійної іржі пшениці.
9. Дайте характеристику симптомам, морфо-біологічним особливостям збудника бурої іржі пшениці.
10. У чому полягає шкодочинність сажкових та іржастих захворювань пшениці ?
11. Опишіть основні заходи боротьби із сажковими та іржастими хворобами пшениці.

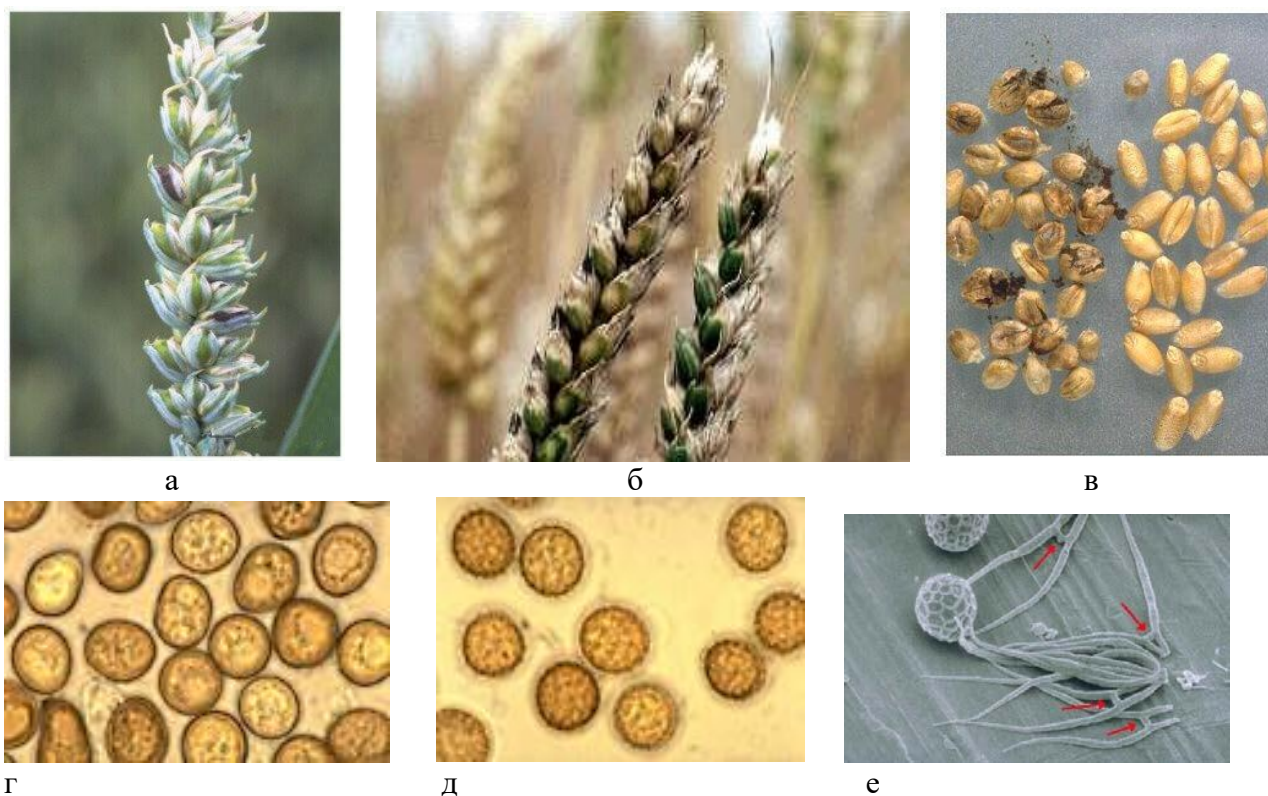


Рис. 2.4. Тверда сажка пшениці (*Tilletia laevis*, *Tilletia caries*): а – уражений колос на початку молочної стиглості зерна; б – уражене колосся в повній стиглості зерна; в – соруси та здорове зерно; г – теліоспори *T. laevis*; д – теліоспори *T. caries*; е – просла теліоспора з базидіоспорами.



Рис. 2.5. Легюча сажка пшениці (*Ustilago tritici*): а – уражене колосся; б – теліоспори.

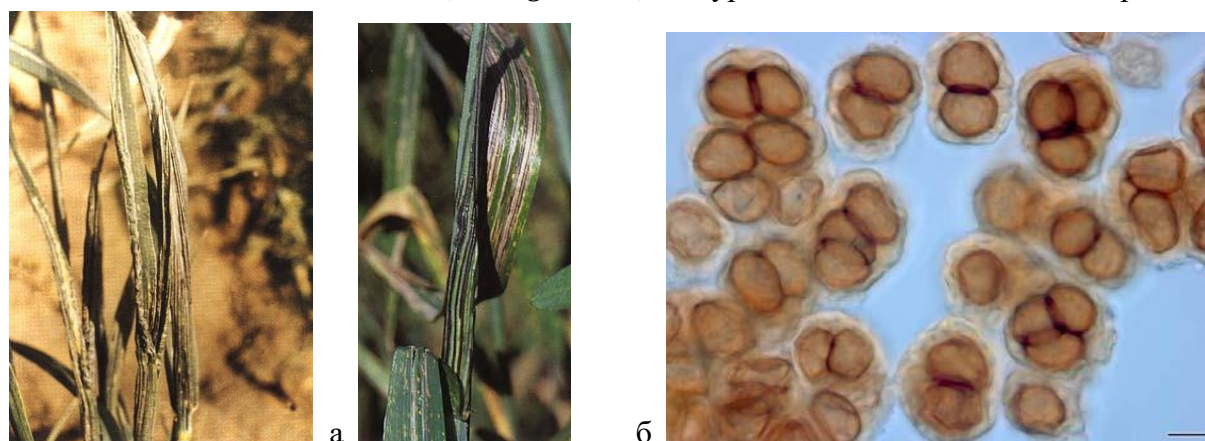


Рис. 2.6. Стеблова сажка пшениці (*Urocystis tritici*): а – уражена рослина; б – теліоспори.



Рис. 2.7. Індійська сажка пшениці (*Neovossia indica*): а – уражений колос; б – уражене зерно; в – теліоспори.

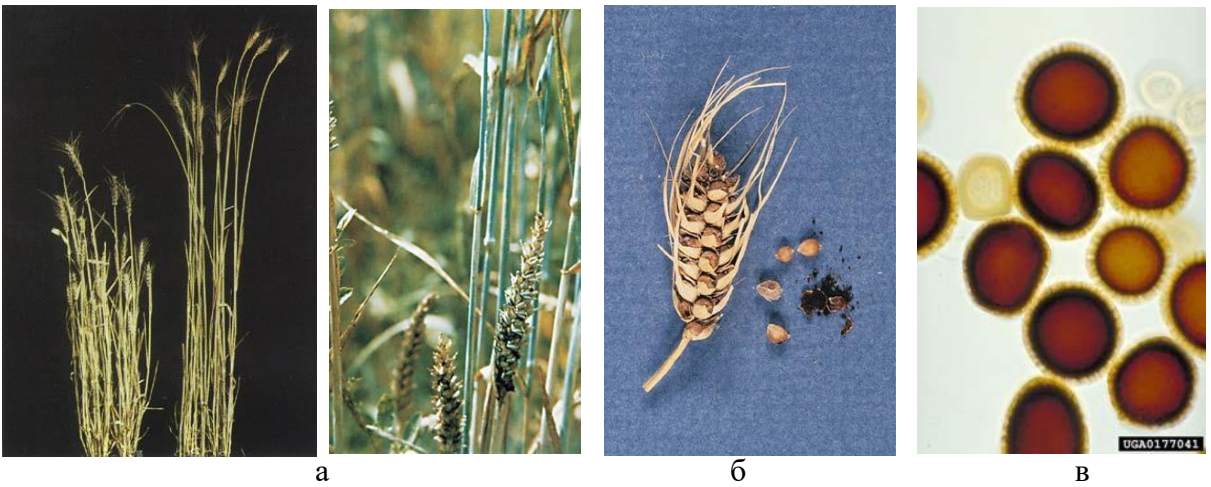


Рис. 2.8. Карликова сажка пшениці (*Tilletia controversa*): а – уражена рослина; б – уражений колос та соруси; в – теліоспори.

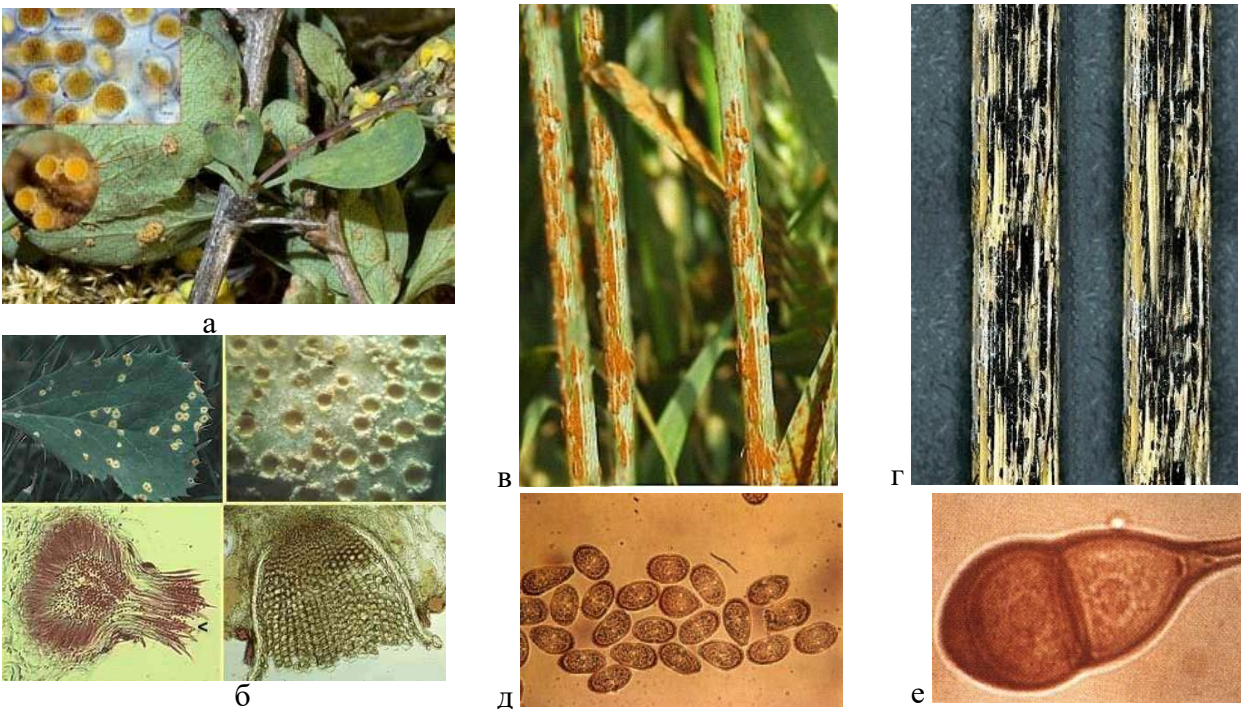


Рис. 2.9. Стеблова або лінійна іржа (*Puccinia graminis*): а – уражені листки барбарису з еціями; б – уражені листки барбарису, спермогонії; еції з еціоспорами; в – уражене стебло з урединіями; д – уредоспори; г – уражене стебло з теліопустулами; е – теліоспори.

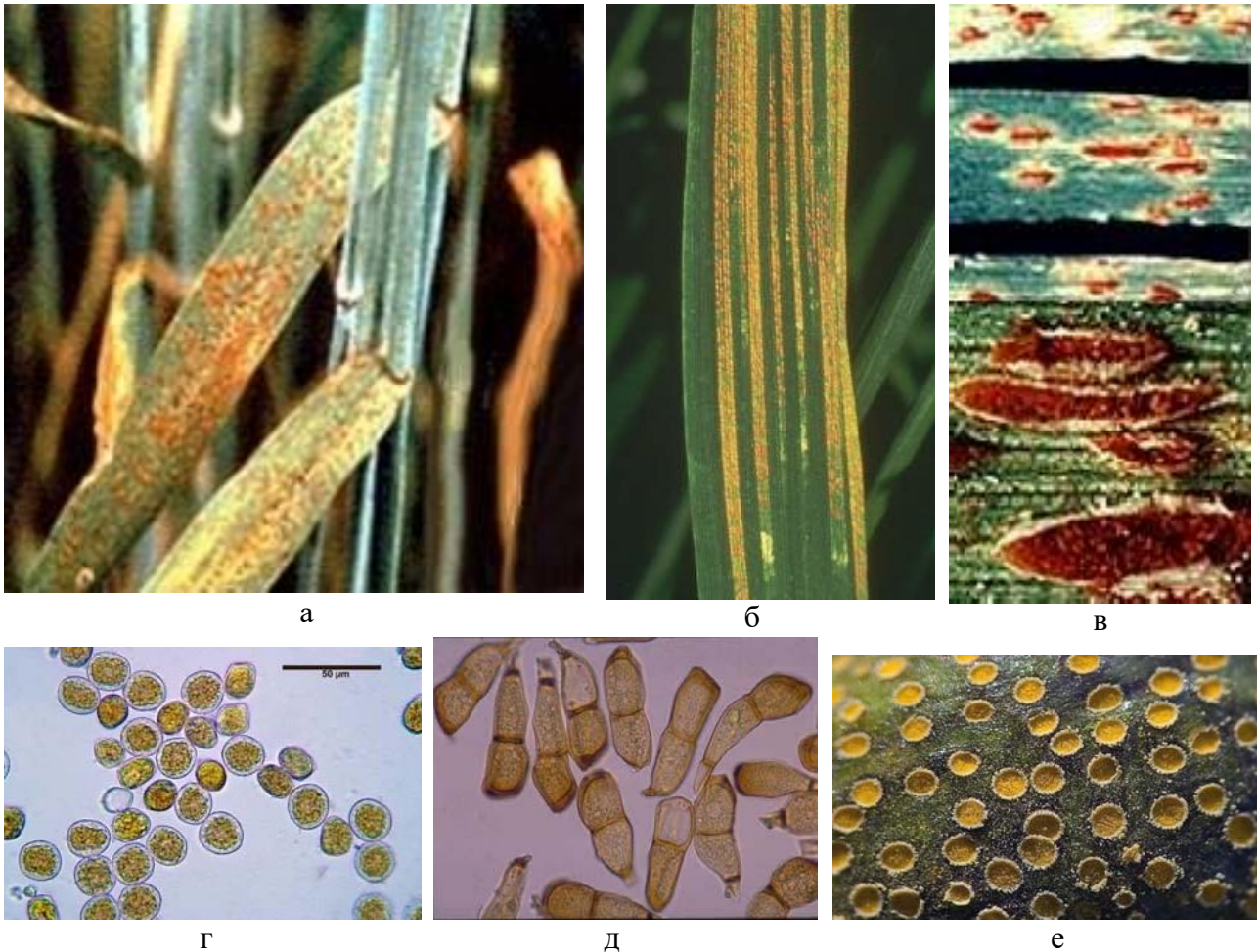


Рис. 2.10. Бура листкова іржа (*Puccinia recondita*): а – уражені листки з урединіями; б – частина листка з урединіями; в – частина листка з теліопустулами; г – урединіоспори; д – теліоспори; е – частина листка з еціями.



Рис. 2.11. Жовта іржа (*Puccinia striiformis*): а, б – уражені листки з урединіями; в – урединіоспори; г – теліоспори сибірської форми.

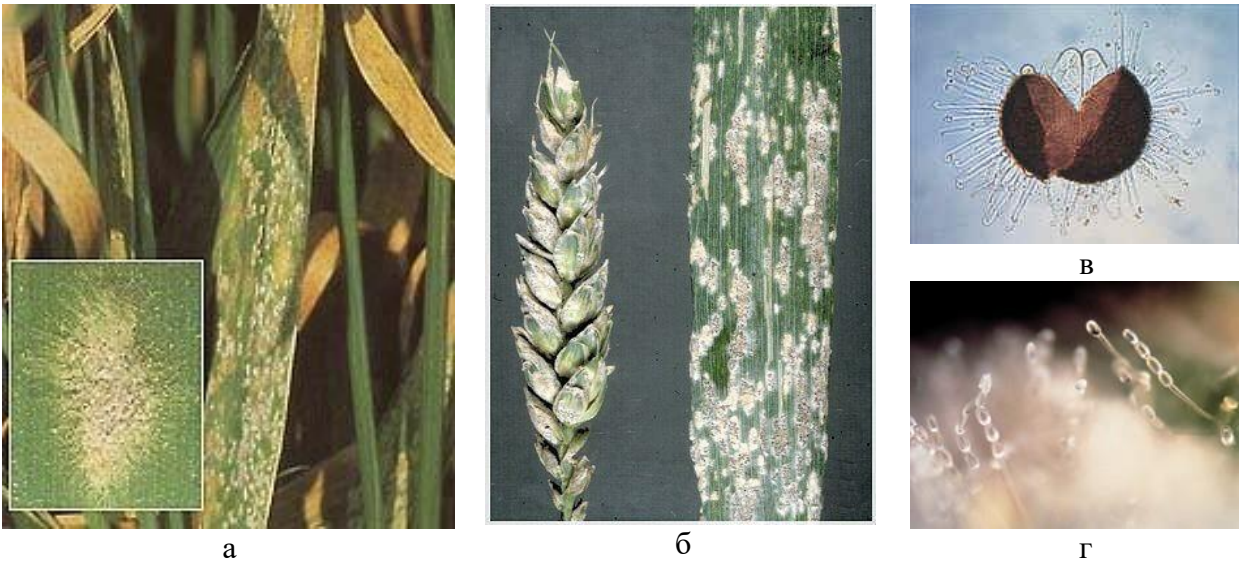


Рис. 3.1. Борошниста роса пшениці (*Erysiphe graminis*): а, б – уражений листок з грибницею і клейстотеціями; в – клейстотецій з сумками і сумкоспорами; г – конідієносці з конідіями.

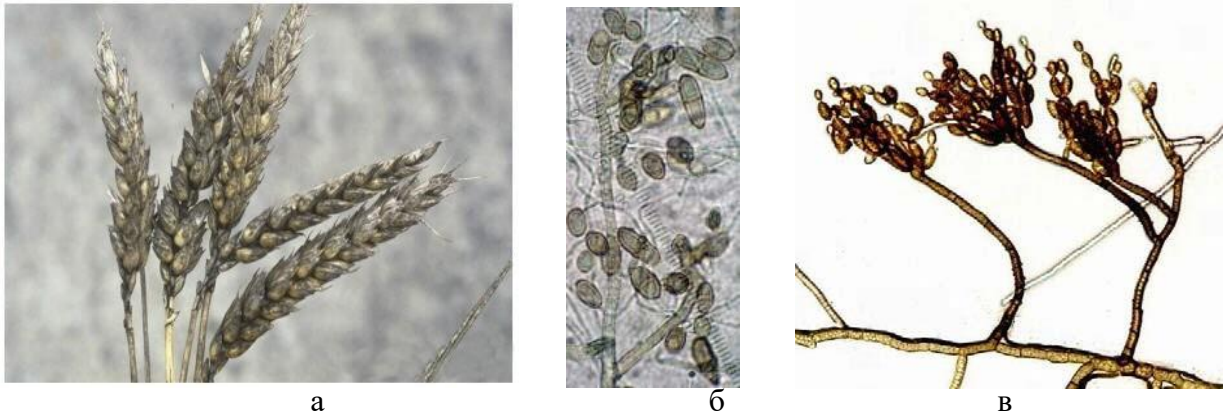


Рис. 3.2. Оливкова плісень (*Cladosporium herbarum*): а – уражений колос; б – конідії; в – конідієносці.

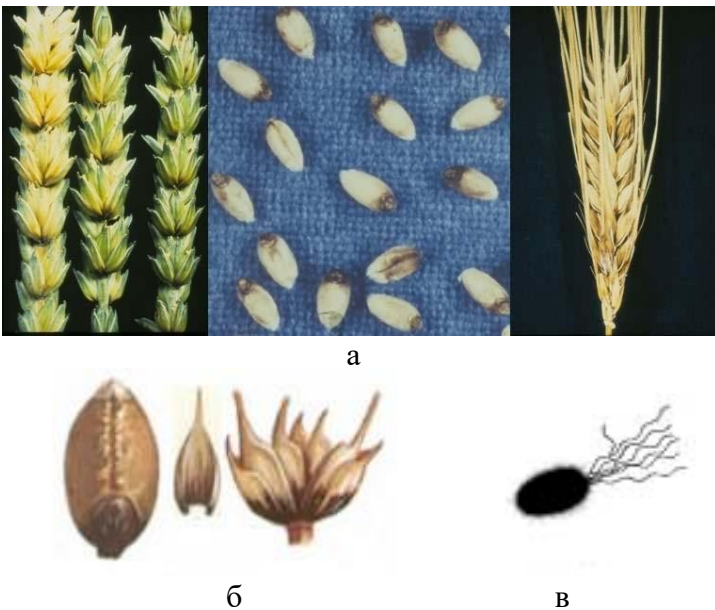


Рис. 3.3. Чорний бактеріоз пшениці (*Xanthomonas campestris*): а – уражений колос та зерно, б – уражений колосок; в – бактерія.



Рис. 3.4. Базальний бактеріоз пшениці (*Pseudomonas syringae*): а – уражена рослина; б – бактерія.

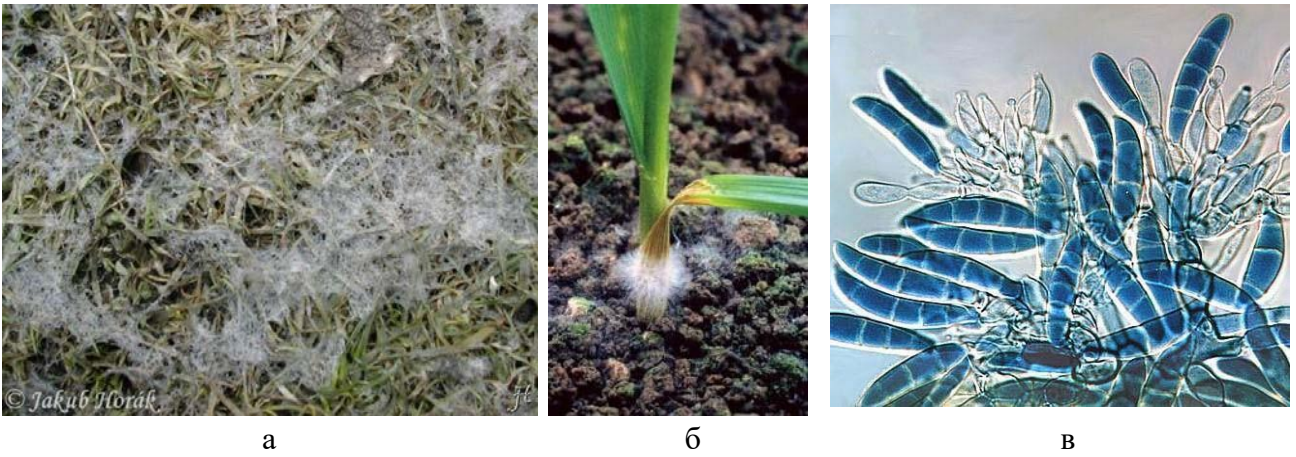


Рис. 3.5. Снігова плісень озимої пшениці (*Fusarium culmorum*): а – уражене поле пшениці; б – уражений проросток; в – конідії *F. culmorum*.



Рис. 3.6. Тифульозна гниль озимої пшениці (*Typhula incarnata*): а – уражене поле озимих; б – уражена рослина; в – конідії *T. incarnata*; г – плодові тіла.



Рис. 3.7. Мозаїка озимої пшениці (*Russian winter wheat mosaic virus*): а, б – уражені рослини та листки; в – смугаста цикадка (комаха-перенощик вірусу).

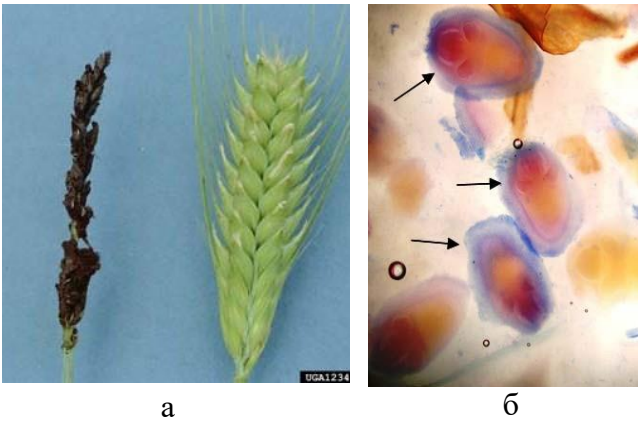


Рис. 4.1. Летюча сажка ячменю (*Ustilago nuda*): а – уражена рослина; б – теліоспори.

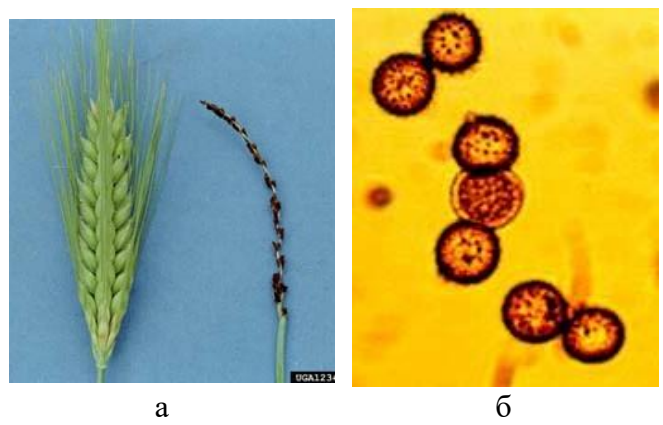


Рис. 4.2. Тверда сажка ячменю (*Ustilago hordei*): а – уражена рослина; б – теліоспори.



Рис. 4.3. Карликова іржа (*Puccinia hordei*): уражені листки з урединіями.



Рис. 4.4. Жовта карликовість (*Barley yellow dwarf virus*).



Рис. 5.1. Тверда покрита сажка вівса (*Ustilago laevis*).



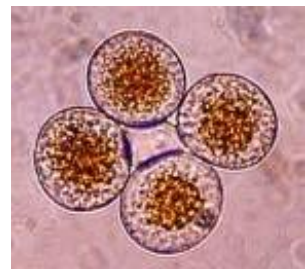
а



б



в



г

Рис. 5.2. Корончаста іржа (*Puccinia coronifera*): а – уражений листок вівса з урединіями; б – лист жостеру з еціями; в – теліоспори; г – урединіоспори.

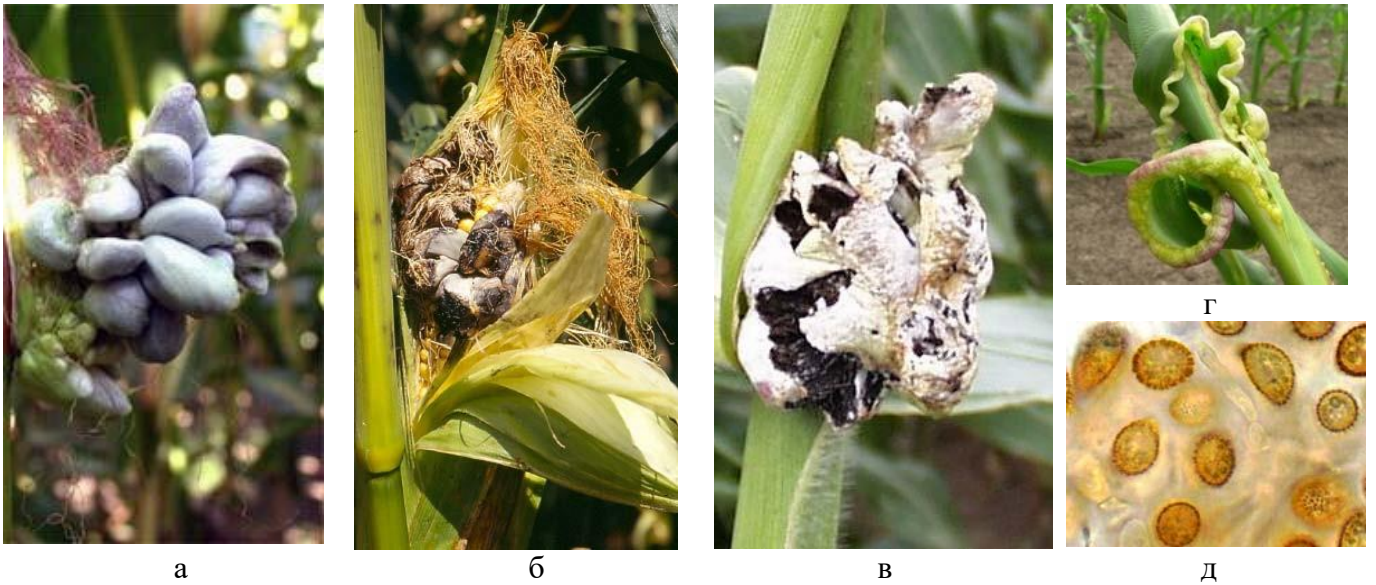


Рис. 5.3. Пухирчаста сажка кукурудзи (*Ustilago zeae*): а, б – уражені качани; б – уражена волоть; г – уражене стебло та листки; д – теліоспори патогена.

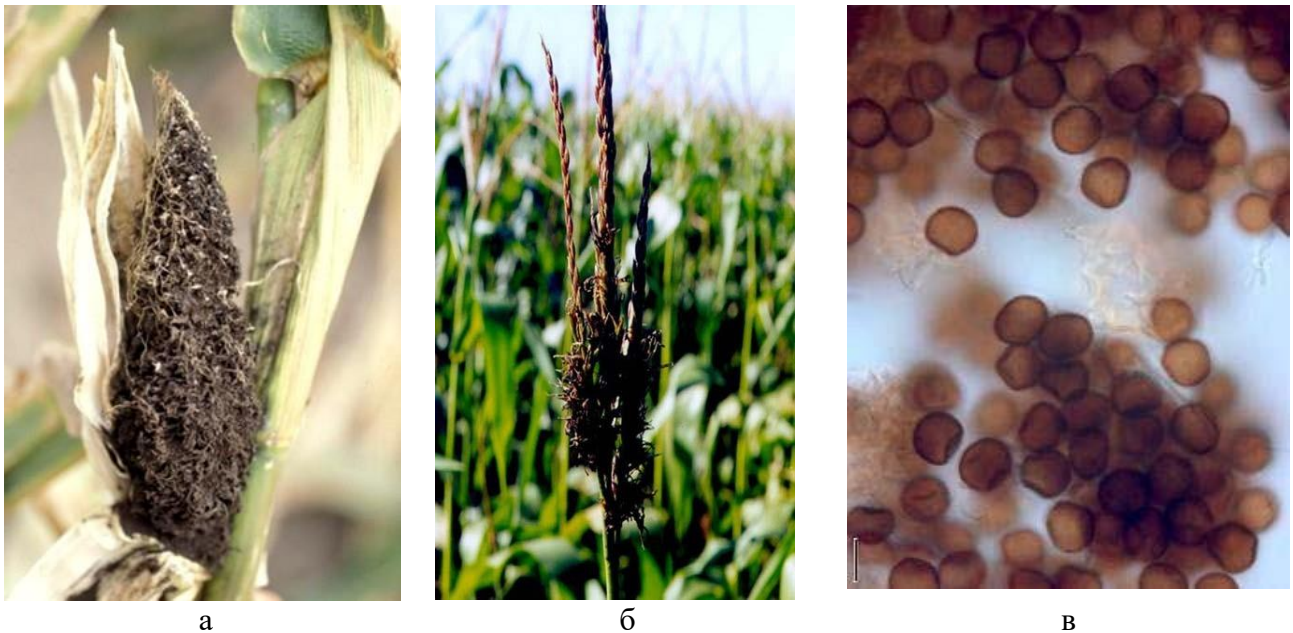


Рис. 5.4. Летюча сажка кукурудзи (*Sorosporium reilianum*): а – уражений качан; б – уражена волоть; в – теліоспори патогена.



Рис. 6.1. Звичайна сажка проса (*Sphacelotheca panici-miliaceae*): уражені рослини.



Рис. 6.2. Фітофтороз гречки (*Phytophthora parasitica*): а – уражена рослина; б – формування зооспорангію із зооспорами.

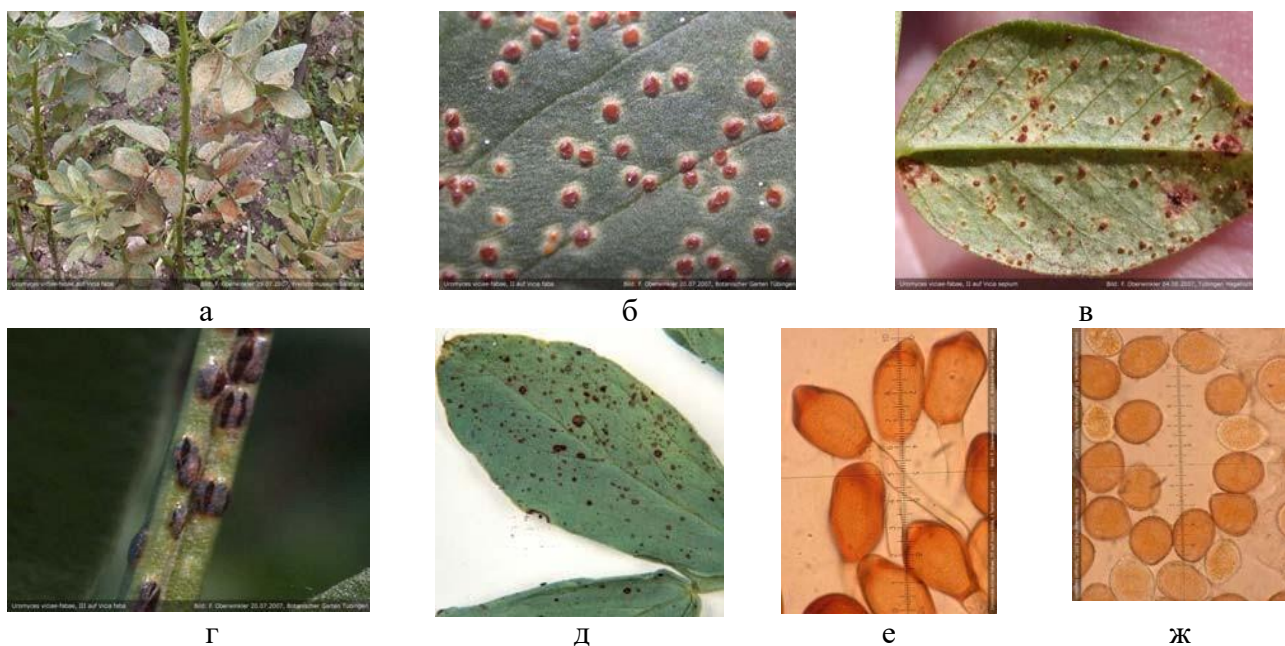


Рис. 7.1. Іржа гороху (*Uromyces fabae*): а – уражена рослина; б, в – листки із уредопустулами; г, д – стебло та листок із теліопустулами; е – теліоспори; ж – уредоспори.

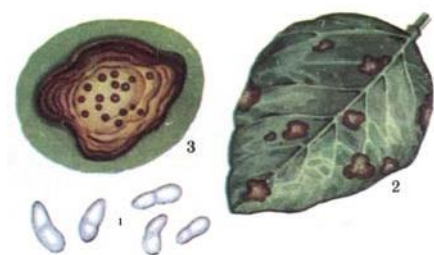


Рис. 7.2. Аскохітоз сої (*Ascochyta sojaecola*): а – пікноспори; б – уражений листок; в – збільшена аскохітозна пляма з пікнідами.

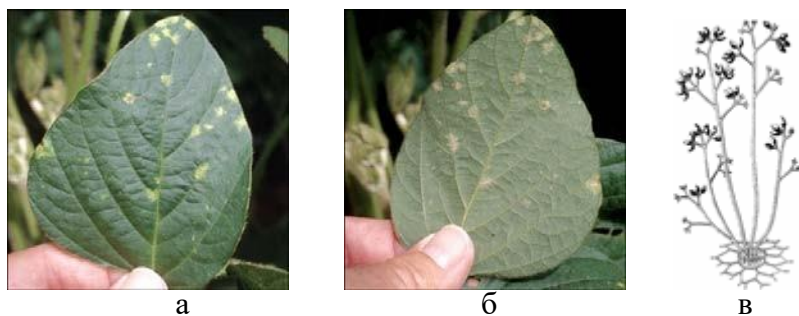


Рис. 7.3. Пероноспороз сої (*Peronospora manshurica*): а, б – уражені зверху і знизу листки; в – конідіеносець з конідіями.

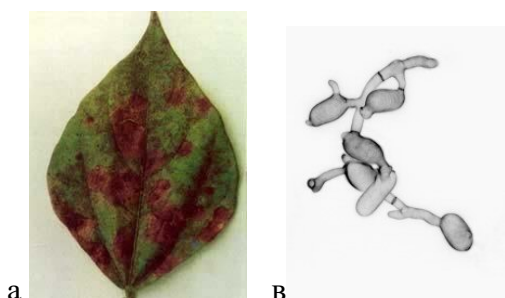


Рис. 7.4. Антракноз квасолі (*Colletotrichum lindemuthianum*): а – уражена рослина; б – уражений плід; в – спороношення гриба.

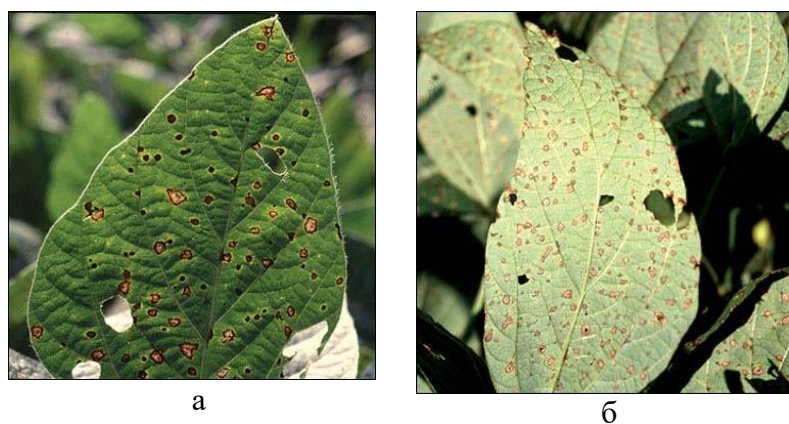


Рис. 7.5. Церкоспороз сої (*Cercospora soja*): а, б – уражені листки рослини; в – уражені боби; г – збільшена церкоспорозна пляма.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Інші захворювання пшениці

Мета: вивчити збудників, цикл розвитку, симптоми ураження пшениці борошнистою росою, сніговою та оливковою пліснями, тифульозною гниллю, бактеріальними та вірусними захворюваннями.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, предметне і покривне скло.

Порядок виконання роботи:

Завдання 1. Борошниста роса, оливкова плісень

Навчальний матеріал: гербарний матеріал борошнистої роси пшениці, оливкової плісені пшениці; препарат із сумчастої стадії борошнистої роси *Erysiphe graminis* DC.

1.1. Відібрати із гербарних зразків уражених рослин і детально вивчити зовнішні ознаки проявлення борошнистої роси та оливкової плісені. Звернути увагу на особливості конідіального та сумчастого спороношення збудника борошнистої роси.

1.2. Виготовити із уражених рослин мікроскопічні препарати: конідіальне та сумчасте спороношення збудника борошнистої роси *Erysiphe graminis*; конідіальне спороношення збудника оливкової плісені *Cladosporium herbarum*. Зарисувати спороношення збудників хвороб.

1.3. Вивчити та описати цикли розвитку збудників борошнистої роси та оливкової плісені.

Борошниста роса

Захворювання розповсюджене скрізь, але найбільшу шкоду завдає посівам зернових культур на півдні та південному сході. Уражує в першу чергу ячмінь і пшеницю, а також жито й овес.

Збудник: гриб *Erysiphe graminis* DC. f. sp. tritici Em. Marchal. родини *Erysiphaceae*, порядку *Erysiphales*, групи порядків *Pyrenomycetes*, підкласу *Euascomycetidae*, класу *Ascomycetes*.

Грибниця – поверхнева, розгалужена, багатоклітинна. На кінцях гіф утворюються апресорії у вигляді плоских потовщень для прикріплення на поверхні рослин. З центру апресорія виходить інфекційна гіфа, що проникає в порожнину епідермальної клітини. Кінець інфекційної гіфи роздувається і перетворюється на еліптичне здуття з пальцеподібними виростами, що розташовуються паралельно поверхні листка. Гаусторії проникають всередину клітин рослини-господаря і поглинають поживні речовини рослин.

Гриб утворює нестатеве (конідіальне) і статеве (сумки з сумкоспорами) спороношення. Конідії одноклітинні, безбарвні, циліндричні або бочонкоподібні, 25-40 x 8-10 мкм, розташовані ланцюжками на одноклітинних, злегка витягнутих конідіеносцях. У кожному ланцюгу налічується від 10 до 20 конідій, з яких кінцева – найстаріша. Конідії легко відділяються і розносяться повітряними течіями.

Сумчаста стадія гриба – клейстотеції з сумками і сумкоспорами. Клейсто-

теції округлі, спочатку коричневі, а пізніше чорні, 135-180 мкм у діаметрі, з невеликою кількістю світлих коротких придатків, що зовні майже не відрізняються від гіф грибниці. У клейстотеціях формується від 9 до 30 яйцеподібних сумок розміром 70-100 x 25-40 мкм, у кожній з яких міститься по 4-8 безбарвних еліпсоподібних сумкоспор розміром 20-23 x 11-13 мкм.

Симптоми. Уражаються стебла, листки, листкові піхви, іноді колосся. Виявляється у вигляді білого павутинистого нальоту, який з часом набуває форму щільних ватоподібних борошнистих подушечок (рис. 3.1). Спочатку на піхвах листків з'являються матові плями, потім з верхнього боку листкової пластинки, а іноді з обох боків утворюється білий наліт. Поступово хвороба поширюється на листках і вгору по стеблу, наліт ущільнюється, набуває жовто-сірого забарвлення і на ньому з'являються клейстотеції у вигляді чорних крапок. У сприятливі для розвитку хвороби роки наліт може покривати верхні частини рослин, у тому числі й колосся.

Цикл розвитку хвороби. Патоген може розвиватися на пшениці за моно- або дициклічним типом. У першому разі конідіальне спороношення виявляється, починаючи з утворення третього листка і до воскової стиглості. У період вегетації рослин збудник поширюється конідіями. Потрапляючи на здорові органи рослин, вони проростають, утворюючи інфекційну гифу, яка розвивається в грибницю. У фазі виходу рослин у трубку гриб починає формувати сумчасту стадію, проте сумки з сумкоспорами утворюються поволі, а дозрівають тільки після зимівлі клейстотеціїв. Значну роль у формуванні, дозріванні та збереженні сумчастої стадії відіграють екологічні чинники і фізіологічний стан живлячої рослини. Утворення плодових тіл починається з нижніх листків рослини. Навіть за одночасного зараження листків різного ярусу плодови тіла гриба закладаються на нижніх листках.

За дициклічного типу гриб зимує у вигляді грибниці, формування конідій починається з весни і завершується до фази воскової стиглості. Сумчаста стадія формується в кінці кушення – початку трубкування, а дозрівання і викидання сумкоспор відбувається з серпня по жовтень.

Таким чином, інфекційне джерело збудника борошнистої роси на пшениці поширюється восени і весною за допомогою конідіального і сумчастого спороношення. На озиму пшеницю патоген звичайно поширюється зі сходів падалиці.

Поширюється *E. graminis* від рослини до рослини під час вегетації за допомогою конідій. Вони проростають за вологості 95-100% і температури від 3 до 31°C (оптимум +14-17°C). Рослини можуть заражатися за температури 0-20°C і відносній вологості повітря 50-100%. Температура повітря вище 30°C затримує розвиток борошнистої роси. Інкубаційний період хвороби триває від 3-х до 11-ти, у середньому 4-5 днів.

На утворення спор великий вплив має температура, вологість та інтенсивність освітлення. Висока температура, інтенсивне сонячне опромінювання можуть несподівано припинити епіфітотій борошнистої роси. Спори гриба поширюються вітром. Найсприятливіші умови для зараження: температура біля 18-22°C і відносно висока вологість повітря. Період між

зараженням і утворенням нових конідій становить 3-5 днів.

На відміну від несправжньої борошнистої роси, для проростання спор якої необхідна волога, збуднику справжньої борошнистої роси волога перешкоджає утворенню спор і розвитку міцелію. Борошниста роса інтенсивно розвивається на більш загущених посівах у період меншого освітлення. Посіви озимої пшениці ранніх термінів сівби вражаються сильніше, ніж оптимальних. Але ранні посіви ярової пшениці, навпаки, вражаються менше, ніж пізні.

Шкодочинність. Борошниста роса зменшує асиміляційну поверхню листків, руйнує хлорофіл та інші пігменти. За сильного ураження листки передчасно відмирають, у рослин знижується кущистість, запізнюється колосіння і прискорюється дозрівання, унаслідок чого спостерігаються пустоколосість і щуплість зерна. В уражених рослинах збільшується втрата води на одиницю площі листової поверхні в результаті посилення транспірації рослини-господаря і випаровування у гриба. В уражених рослин фотосинтез слабшає, а дихання посилюється. Інтенсивна витрата вуглеводів призводить до різкого обмеження їх надходження в коріння, точку росту та зернівки.

Сильний розвиток борошнистої роси приводить до зменшення кількості та маси зернівок та недобору врожаю до 30%. Звичайно ж втрати від хвороби складають 10-15%.

Заходи боротьби. 1. Агротехнічні заходи. Оптимальні строки сівби та норми висіву, внесення повного мінерального добрива з підвищеними дозами калію і фосфору, протруювання насіння. 2. Дворазове обприскування посівів фунгіцидами у фазі кущення і формування зернівки. 3. Вирощування стійких до хвороби сортів пшениці озимої.

Оливкова плісень

Захворювання розповсюджене скрізь.

Збудник: гриб *Cladosporium herbarum* Fries родини *Dematiaceae*, порядку *Hyphomycetales*, класу *Deuteromycetes*.

Грибниця темнозабарвлена, залягає у поверхні тканин рослин. На грибниці утворюються пучки оливково-чорних конідієносців з конідіями. Конідієносці прості, іноді до вершини дещо розгалужені, завтовшки 5-10 мкм.

Конідії в довгих, часто гіллястих ланцюжках, еліпсоподібні або довгасті, з товстою оболонкою, розміром 12-28 x 6-7 мкм, спочатку без перепонок, а пізніше 2-5-клітинні, дрібнощетинисті, іноді розмножуються брунькуванням.

Симптоми. Хвороба виявляється в період дозрівання зернівок. На стеблах, колосах, зернах і старіючих листках утворюється оливково-чорний щільний наліт, що ущільнюється і набуває вигляду дернинок, листки відмирають (рис. 3.2).

Цикл розвитку хвороби. *C. herbarum* – напівпаразит із переважаючими ознаками сапрофітизму. Дуже швидко розвивається на виділеннях попелиці, тому за її сильного розмноження на посівах посилюється і розвиток оливкової плісені. У затишну сиру погоду на зрілих колосках або на колосках, ослаблених іншими патогенами, можна побачити чорний наліт, що складається з конідієносців і конідій збудника. Запізнення зі збором пшениці у вологу погоду

призводить до швидкого розповсюдження хвороби і почорніння всієї надземної маси рослин. Ураження насіння може бути причиною зниження їх схожості.

Збудник *Cl. herbarum* зберігається на уражених рештках рослин і на зерні у вигляді грибниці та конідій. Розвитку захворювання сприяють такі фактори: холодна сира погода, висока вологість повітря; пошкодження попелицею; попереднє ураження рослин іншими хворобами колосся несприятливі ґрунтові умови; вже пошкоджені колоскові луски.

Шкодочинність. Можливе зниження якості врожаю та здатності схожості насіння. У роки епіфітотію хвороба призводить до недобору 10% урожаю.

Заходи боротьби. 1. Внесення повного мінерального добрива, своєчасний збір урожаю пшениці, недопускання тривалого його перебування у валках. 2. Післязбиральна добробка насіння: досушування, очищення і протруювання насіння. 3. Створення і впровадження стійких до хвороби сортів пшениці.

Завдання 2. Хвороби із групи випрівання озимих культур

Навчальний матеріал: гербарні матеріали снігової плісень озимих, тифульозної гнилі.

2.1. Розглянути та зарисувати зовнішні ознаки проявлення хвороб із групи випрівання.

2.2. Приготувати суспензію з нальоту снігової плісені уражених рослин, із неї виготовити мікроскопічні препарати і розглянути під мікроскопом конідіальне спороношення збудника хвороби. Зробити відповідні зарисовки.

2.3. Розглянути та зарисувати морфологічні ознаки склероціїв збудника тифульозної гнилі, перитеціїв збудника снігової плісені.

Снігова плісень озимих

Захворювання зафіксоване у багатьох областях України на озимих культурах після танення снігу.

Збудники: гриби порядку *Hypophymycetales*, роду *Fusarium*: *Fusarium nivale* Ces., *F. culmorum* Sacc., *F. avenaceum* Sacc. (клас *Deuteromycetes*).

У *F. nivale* конідії веретеноподібні, зігнуті, безбарвні (у масі рожеві), з 1-3 перетинками, розміром 14-25 x 3-4 мкм. Сумки численні, майже булавоподібні, 50-60 x 8-10 мкм, з парафізами. Сумкоспори у сумці розміщуються двома неправильними рядами, вони веретеноподібні, нерівнобічні або зігнуті, іноді з двома поперечними перетинками, розміром 12-16 x 2,5-3,5 мкм. У сумчастій стадії гриб має назву *Griphosphaeria nivalis* Muell. et Argov (*Colonectria graminicola* Wr.), і його відносять до порядку *Hypocreales*.

Гриб *F. culmorum* утворює білу, блідо-жовту або охряно-темно-червону, пухнасту, добре розвинену грибницю. Конідії серпоподібні, еліптично зігнуті або веретеноподібні, з 3-5 (інколи 6-8) добре помітними перетинками, розміром 15-100 x 3,7-14 мкм. У масі жовті, рожеві або світло-коричневі.

Симптоми. На листках рослин з'являються водянисті плями, на яких утворюється спочатку білий, а потім рожевий павутинний наліт (рис. 3.3). Утворення густого нальоту призводить до склеювання листків. Уражені листки

втрачають зелене забарвлення, руйнуються і повністю відмирають. Часто спостерігається відмирання піхви листків і навіть вузла кущення. Снігова плісень зумовлює зрідження посівів, особливо у низинах.

Цикл розвитку хвороби. Збудники снігової плісені є факультативними паразитами з вираженими сапрофітними властивостями. У великій кількості живуть у ґрунті на органічних рештках. Початок розвитку патогена на озимих посівах спостерігається ще восени і посилюється рано навесні. Гриб *F. nivale* починає розвиватись за температури 5°C, тоді як інші види *Fusarium* – за температури 15-16°C, чим пояснюється значне розповсюдження першого у роки з прохолодною весною.

Гриби роду *Fusarium* утворюють численну кількість конідій, за допомогою яких вони розповсюджуються. Конідії утворюються у споридіях і піонотах, інколи на повітряній грибниці. Гриб може утворювати й хламідоспори.

Гриб, крім конідиального спороношення, утворює на грибниці сумчасту стадію у вигляді скупчених поверхневих кулясто-конічних цеглясто-червоних перитеціїв.

Життєздатність грибниці й конідій збудники хвороби можуть зберігати за температури мінус 20-33°C. У природних умовах така низька температура ґрунту буває взимку, лише коли немає снігового покриву, але тоді гинуть не тільки гриби, а й злаки.

Шкодочинність. За незначного ураження відбувається ослаблення рослин, а за сильного – випадання посівів озимих.

Заходи боротьби. Профілактичні заходи: вирівнювання поверхні поля, висів здорового та протруєного насіння, науково-обґрунтоване внесення добрив (весняне підживлення азотними добривами), весняне боронування озимих посівів і дотримання сівозмін.

Тифульозна гниль

Хвороба проявляється спалахами у багатьох районах України.

Збудники: гриби *Typhula incarnata* Lasch. et Tr. (*T. itoana* Imai), *Typhula borealis* M.Chohr. (*T. idahoensis* Ramsb.) родини *Clavariaceae*, класу *Basidiomycetes*.

Склероції темно-коричневі, плескати, неправильно округлі, з гладкою або шорсткою поверхнею, 0,5-4 x 0,3-3 мм у діаметрі.

Плодові тіла розвиваються поодиноці на склероції, рідше подекілька, довжиною 5-30 мм, складаються з ніжки і рожевої циліндричної спороносної частини з базидіями.

Базидіоспори еліптичні, 7-11 x 2,5-5 мкм, а у *T. incarnata* – яйцеподібні, 8-14 x 3,8-8 мкм.

Симптоми. Навесні після танення снігу на рослинах озимих культур (пшениці, жита, ячменю) і деяких злакових травах, а також на ґрунті, що їх

оточує, з'являється повстяна грибниця. Уражені рослини втрачають зелений колір, буріють і в'януть (рис. 3.4).

Цикл розвитку хвороби. Збудник зберігаються у ґрунті й на рослинних рештках протягом літа у вигляді округлих або приплюснутих темно-коричневих чи майже чорних склероціїв. Восени за високої вологості ґрунту і повітря, температури 2-10°C склероції проростають, утворюють повстяну грибницю, що розростається між піхвами листків, у кореневій шийці рослин і на поверхні ґрунту. Пізніше на грибниці утворюються склероції. Під дією ультрафіолетових променів іноді з них формуються плодові тіла – рожеві циліндричні або булавоподібні базидії з ніжкою. У базидіях формуються базидіоспори. Базидіоспори також можуть бути джерелом інфекції.

Шкодочинність. За значного випрівання озимих культури доводиться пересівати або підсівати ярові. За більш слабкого ураження рослини можуть одужати, якщо навесні своєчасно провести підживлення посівів азотними добривами і боронування.

Заходи боротьби. Вирощування стійких до випрівання сортів пшениці озимої та ін.

Завдання 3. Бактеріальні та вірусні хвороби

Навчальний матеріал: гербарні матеріали – базальний та чорний бактеріоз пшениці.

3.1. На гербарних зразках та живих рослинах розглянути типові ознаки прояву базального та чорного бактеріозів, звичайної мозаїки пшениці, зробити рисунки.

3.2. Скласти та зарисувати схему циркуляції вірусу звичайної мозаїки пшениці.

Базальний бактеріоз

Розповсюджується захворювання скрізь.

Збудник: бактерії *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* (Me Culloch) Young et al., (син. *P. atrofaciens* Me Culloch).

Збудники – рухомі поліморфні грамнегативні палички з джгутиками. Розвиток їх відбувається за температури від 2 до 37°C (оптимум 25-38°C). Бактерії стійкі до висихання, чутливі до сонячного проміння і помірно стійкі до низьких температур.

Симптоми. У фазі сходів і кушення пшениці хвороба виявляється на листках у вигляді прозорих водянистих (маслянистих), коричневих, рідше білих або жовтих видовжених плям. Через деякий час плями подовжуються, підсихають, буріють, а по краях з'являється коричнева, коричнево-бежева або червоно-бура облямівка (рис. 3.5).

За ураження вузла кушення на нижній частині стебла і листках з'являються некротичні бурі плями, тканина яких злегка мацерується, що призводить до в'янення окремих листків або всієї рослини.

У фазі наливу зерна на різних органах вегетуючих рослини виникають бурі, коричневі, бежеві або чорні витягнуті плями і штрихи. Найсильніше

вважаються колоскові та квіткові луски. З їх зовнішнього і внутрішнього боку в нижній, середній або верхній частині виникають окремо розкидані дрібні плями розміром 1-6 мм чорного або коричневого кольору. Зрідка ураження охоплює всю поверхню луски або її 1/2 частину. Нерідко темніють тільки внутрішні боки лусок. За сильного ураження спостерігається суцільне побуріння майже всіх лусок, а також остюків і стрижня колоса, деформація його, розвиток щуплих, бурих зерен з темнішим зародковим кінцем. Хворе насіння повністю втрачає схожість або дає викривлені проростки, з яких згодом виростають рослини з недорозвиненими колосками і щуплим зерном.

Цикл розвитку хвороби. Збудник базального бактеріозу зберігається в ураженому насінні смітних злаків (пирій, житняк), стерні й неперегнилих уражених частинах рослини, що після збору врожаю пшениці залишаються на полях (головним чином на поверхні ґрунту). У насінні життєздатність патогена зберігається до трьох років.

У природних умовах бактерії від хворих рослин до здорових переносяться комахами, вітром, дощем, а також поливною водою на зрошуваних землях.

Ступінь розвитку бактеріозу залежить від умов зовнішнього середовища. У роки з м'якою зимою і підвищеною температурою весною і влітку за наявності високої вологості у фазі колосіння пшениці хвороба досягає найбільшого розвитку.

Шкодочинність. Рослини передчасно втрачають частину листків, зерно утворюється щупле, з низькою схожістю. У цих випадках недобір урожаю може сягати 20% і більше. Висів зараженого насіння призводить до зріджування посівів, довгого кущення, пізнього виходу в трубку, недорозвиненості рослин і пустоколосості.

Заходи боротьби. Вирощування стійких до базального бактеріозу сортів пшениці озимої та ярої.

Чорний плямистий бактеріоз

Розповсюджується скрізь.

Збудник: бактерії *Xanthomonas campestris* (син. *Pseudomonas translucens* var. *undulosa* Stapp, *Xanthomonas translucens* f. sp. *undulosa* (Smith, Jones, Reddy, Nagborg). Збудники – це рухомі, дрібні, грампозитивні палички з монотрихіальними джгутиками. Чутливі до сонячного проміння, замерзання і висихання. Розвиток їх відбувається за вологості близько 100% і температури повітря від 5 до 40°C (оптимум біля 26°C), за 50°C вони гинуть.

Симптоми. Чорний плямистий бактеріоз уражує листки, їх піхви, стебла, колос і зерно. На листках біля головної жилки з'являються спочатку дрібні ясно-зелені водянисті плями, що поступово збільшуються, стають коричневими з темною облямівкою, а пізніше чорніють. На стеблах звичайно у фазі цвітіння під вузлами виникають коричневі або чорні смуги, соломина під колосом буріє (рис. 3.6).

Характерна ознака захворювання – почорніння верхньої частини колоскових лусок, а нерідко і остюків. За сильного розвитку хвороби весь колос

буріє або чорніє, зерно в ньому стає щуплим, іноді покривається жовтими смугами з бактеріального ексудату, що засихає.

У суху погоду зерна в зародковій частині набувають темно-сірого («сірий зародок»), а у вологу – темно-бурого («бурий зародок») забарвлення. Часто уражена частина зерна відмежована від здорової темним обідком. Зародок набуває опаленого вигляду, оголюється і гине.

Залежно від реакції сортів на розвиток патогена виділено три типи прояву хвороби на колосках: почорніння (іноді суцільне), властиве озимій пшениці; побуріння, характерне для м'яких ярових пшениць; покорицневіння властиве твердим яровим пшеницям.

На стеблі хвороба найчастіше виявляється у фазі цвітіння біля основи листкової піхви у вигляді чорних цяток, які згодом зливаються в суцільну чорно-коричневу пляму. У фазі дозрівання зерна симптоми захворювання можна побачити біля основи колоса. На стеблі під вузлами утворюються чорні або коричневі повздовжні смуги, що іноді охоплюють всю соломину, зрідка спостерігається вгнутість у вузлах і під колосом.

На уражених листках утворюються дрібні водянисті серпанкові ясно-зелені плями. Потім вони збільшуються і стають темно-жовтими, коричневими, бурими і навіть чорними.

Цикл розвитку хвороби. Під час вегетації пшениці бактерії поширюються від рослини до рослини з крапельками дощу, комахами, а іноді вітром з шматочками ураженої тканини, що висохла. За повного загнивання решток уражених рослин бактерії гинуть. З висіяного зараженого зерна утворюються хворі рослини, частина яких гине в період сходів, а інші продовжують розвиватися, але в їх судинній системі поширюються бактерії, викликаючи дифузне ураження рослин.

Основним джерелом зараження рослин є насіння, в якому збудник може зберігатися до трьох років. Часто із здорового зовні насіння розвиваються уражені рослини. Бактеріоз може вражати сходи навіть у тих випадках, коли насіння пройшло дезинфекцію, якщо є внутрішня інфекція. Джерелом інфекції можуть бути смітні злаки (пирій, житняк), пожнивні рештки неперегнилих хворих рослин.

У полі перенесенню інфекції сприяють вітер, механічні пошкодження колосся, дощ, попелиця та інші комахи. Останні, ушкоджуючи колос, заносять патогена у внутрішні тканини.

Розвиток бактеріозу залежить від ґрунтово-кліматичних умов, удобрення, сорту, термінів сівби й інших агротехнічних чинників.

Оптимальною для росту бактерій є температура до 25°C за відносної вологості повітря до 100%. Тому в періоди колосіння і дозрівання пшениці за підвищення температури до +28-30°C і відносної вологості 60% створюються сприятливі умови для розвитку бактеріозу. М'яка зима і рясні опади сприяють збільшенню тривалості вегетаційного періоду пшениці, унаслідок чого розвиток хвороби може посилюватися.

Прискорене дозрівання пшениці приводить до скорочення періоду розвитку бактеріозу, сприяє зменшенню його шкідливості. Надмірне внесення

азотного добрива підвищує ураженість рослин, а внесення калію і фосфору зменшує її.

Шкодочинність. Зменшення довжини колоса, загальної кількості колосків і зерен у колосі. Збільшується кількість недорозвинених колосків, часто спостерігається їх повна відсутність, що призводить до пустоколосості. Утворення щуплих зерен викликає зменшення їх абсолютної маси та врожаю в цілому. У хворому насінні вміст води зменшується на 3,7%, білку на 2,7, глюкози на 3,9, крохмалю на 10,4%. За сильного ураження знижується їх схожість. Сильний розвиток хвороби може призвести до зменшення врожаю зерна на 50% і більше.

Заходи боротьби. Сортів, імунних до чорного бактеріозу, не виявлено.

Контрольні питання

1. Опишіть біологічні та морфологічні особливості збудника борошнистої роси пшениці.
2. Дайте характеристику моно- та дициклічному циклам розвитку збудника борошнистої роси.
3. Опишіть симптоми ураження пшениці збудником борошнистої роси.
4. Опишіть симптоми ураження, цикл розвитку оливкової плісені пшениці.
5. Які симптоми ураження озимої пшениці збудниками снігової плісені та тифульозної гнилі ?
6. Дайте характеристику морфо-біологічних особливостей та циклу розвитку снігової плісені та тифульозної гнилі.
7. Особливості розповсюдження бактеріальних хвороб пшениці.
8. Збудники, симптоми ураження пшениці базальним та чорним плямистим бактеріозами.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

Хвороби ячменю

Мета: вивчити збудників, цикл розвитку, симптоми ураження ячменю сажковими та іржастими захворюваннями, бактеріальними та вірусними хворобами.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, предметне і покривне скло.

Порядок виконання роботи:

Завдання 1. Сажкові та іржасті захворювання ячменю

Навчальний матеріал: гербарні матеріали летючої та кам'яної сажки ячменю, лінійної та карликової іржі.

1.1. Описати та зарисувати зовнішні ознаки проявлення твердої, летючої та чорної сажки на ячмені. Приготувати препарат з теліоспорами збудників хвороб. Зарисувати їх морфологічні особливості.

1.2. Розглянути уражені рослини ячменю збудниками лінійної, жовтої та карликової іржі. Звернути увагу на особливості їх проявлення на листках, піхвах і колосках рослин. Приготувати препарат із урединіоспор і теліоспор

збудника карликової іржі, зарисувати спороношення патогенів і цикли їх розвитку.

Летюча сажка ячменю

Захворювання розповсюджено скрізь.

Збудник: гриб *Ustilago nuda* Kell et. Sw. родини *Ustilaginaceae*, класу *Basidiomycetes*.

Теліоспори кулясті, еліпсоїдні, іноді довгасті, 3,6-9 x 5,5- 6 мкм у діаметрі з світло-коричневою оболонкою, покритою шипиками.

Симптоми. У результаті ураження летючою сажкою всі елементи колоса руйнуються і перетворюються на оливково-коричневу спорову масу (рис. 4.1). Непошкодженим залишається тільки стрижень колоса, а іноді частина остюків. У окремих випадках уражаються листки. Зовнішні ознаки захворювання проявляються в період колосіння. У цей час уражений колос виходить з піхви листка спочатку прикритий тонкою прозорою плівкою, крізь яку добре просвічується спорова маса. Потім плівка швидко розтріскується, а спори розпиляються.

Цикл розвитку хвороби. Зараження відбувається під час цвітіння. Теліоспори, що розпиляються, потрапляючи на рильце квіток, проростають і утворюють грибницю, яка проникає в зав'язь. Під час проростання теліоспор сусідні клітини проміцелія зливаються і утворюють двоядерну гіфу. Злиття сусідніх базидіальних клітин проходить через сполучний місток, на якому згодом утворюється дикаріотична інфекційна гіфа. Надалі інфекційні гіфи проникають у тканину рильця, поширюються та досягають зав'язі насінневої бруньки. Після проникнення грибниці у зародок заражене зерно на вигляд не відрізняється від здорового. Під час проростання зерна проростає і грибниця. Вона дифузно поширюється по всій рослині, проникає в точку росту. В фазіТкущення грибниця масово виявляється в клітинах зародкового колоса, якийформується.

Шкодоцинність. Відсоток ураженого колосся відповідає відсотку прямого недобору зерна. Проте можливі приховані втрати – частина уражених рослин випадає ще в період появи сходів, а у деяких заражених рослин хоча захворювання і не виявляється, але в колосі утворюється менше зерен.

Заходи боротьби. 1. Вирощування стійких сортів. Однофазне термічне обеззараження насіння, а також хімічне протруювання системними фунгіцидами.

Чорна (несправжня) сажка ячменю

Захворювання в Україні поширене повсюдно.

Збудник: гриб *Ustilago nigra* Tarpe родини *Ustilaginaceae*, класу *Basidiomycetes*.

Теліоспори – кулясті, іноді незграбні, діаметром 6-8,6 мкм з світло-коричневою або темно-коричневою шипуватою оболонкою. Їх схожість зберігається близько 18 місяців. За проростання теліоспор утворюються членисті базидії з чотирьма бічними базидіоспорами, які розмножуються

багаторазовим брунькуванням.

Симптоми. В уражених рослин усі частини колоса, окрім стрижня і остюків, перетворюються на темно-шоколадно-коричневу порошисту масу спор, унаслідок чого ця сажка за зовнішніми ознаками майже не відрізняється від летючої сажки ячменю. Уражене колосся виходять із піхви листків пізніше, ніж здорове. Помічено неповне ураження колосів, особливо в їх верхній частині.

Цикл розвитку хвороби. Рослини заражаються патогеном під час проростання зерна, тобто біологія *U. nigra* ідентична біології збудника твердої сажки ячменю – *U. hordei*. Інфекційні гіфи проникають у проросток ячменю через колеоптель ще до появи сходів. У фазі кущення ячменю гіфи виявляються в конусах наростання пагонів. Подальший розвиток гриба і спороношення відбувається аналогічно *U. nuda*. Оптимальна температура для проростання теліоспор *U. nigra* в межах +22-25°C.

Шкодочинність. Окрім явних втрат, що виражаються у великій кількості зараженого колосся, патоген викликає приховані втрати врожаю від зниження схожості насіння, продуктивної кущистості рослин і зменшення виповненості зерна.

Заходи боротьби. 1. Впровадження стійких до хвороби сортів. 2. Хімічне знезараження насіння.

Тверда (кам'яна) сажка ячменю

Хвороба виявляється у всіх районах вирощування ячменю.

Збудник: гриб *Ustilago hordei* Kell. et Sw. родини *Ustilaginaceae*, класу *Basidiomycetes*. Теліоспори – кулясті, зрідка довгасті, 3,6-7,5, частіше 4,5 мкм у діаметрі, з дуже тонкою світло-коричневою або оливковою гладкою оболонкою, склеєні в тверду масу.

Симптоми. Проявляється в період виколошування рослин. На уражених рослинах колоски стають ніби тризубчастими, а іноді зберігають свою природну форму. Всі частини колоса, окрім остюків, перетворюються на чорно-буру масу теліоспор, прикритих свинцево-сірою плівкою (рис. 4.2). Теліоспори склеєні в тверді грудочки, для руйнування яких потрібні зусилля, у зв'язку з чим цю сажку часто називають кам'яною. Уражений колос не завжди виступає з піхви листків.

Цикл розвитку хвороби. Під час збору й обмолоту врожаю теліоспори розпилюються та осідають на зерно. Джерелом зараження є заспорене зерно. В період проростання насіння в ґрунті починають проростати і теліоспори, утворюючи чотириклітинну (рідше триклітинну) базидію з еліпсоподібними базидіоспорами. Базидіоспори, копулюючи між собою, утворюють первинну грибницю, яка після анастомозу дає початок інфекційним гіфам, що проникають у молоді проростки рослини. Найбільш сприйнятливі до патогену молоді проростки, завдовжки до 5 см. Рясне утворення базидіоспор і зараження рослини відбувається за температури ґрунту +15-20°C. Проникнувши в рослину, гриб досягає її апікальних частин і в період колосіння руйнує тільки суцвіття. Оптимальна вологість ґрунту для проростання теліоспор становить 60-70% повної вологоємності. Температурні пороги для цього виду гриба

досить великі: мінімум 5°C, оптимум 20°C, максимум 35°C.

Шкодочинність. Шкідливість захворювання виражається не тільки в руйнуванні колосся, але і в зниженні схожості насіння. За сильного розвитку хвороби і невиконання захисних заходів недобір урожаю ячменю може складати 10-15% і більше. За тривалого згодовування ячменю з домішкою сажкових грудочок (до 0,4%) у корів порушується серцева діяльність, з'являється кульгавість, знижуються апетит і надій, а у овець навіть зареєстрована смертність.

Заходи боротьби. 1. Вирощування сортів ячменю із підвищеною стійкістю до твердої сажки. 2. Ретельне очищення насіння від грудочок спор та протруювання. 3. Передпосівна обробка зерна мікроелементами. Замочування насіння ячменю протягом 12 годин в 0,01-% розчинах сірчаноокислих солей міді, марганцю, кобальту і молібденовокислого амонію зменшує ураження рослин сажкою в 3-4 рази і поліпшує продуктивні якості рослин нового врожаю.

Стеблова, або лінійна, іржа

Хвороба виявляється у всіх районах вирощування ячменю.

Збудник: гриб *Puccinia graminis* Pers., родини *Pucciniaceae*, порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*.

Симптоми. Виявляється на стеблах, листових піхвах, листках і колоскових лусках. Спочатку утворюються іржаво-бурі довгасті порошисті подушечки (урединії), які зливаються в подовжені лінії. Навколо пустул видно облямівку, що утворилася внаслідок розриву епідермісу. В кінці вегетації рослин у місцях утворення урединій і поряд з ними з'являються чорні опуклі до 22 мм завдовжки телії, що зливаються в суцільні лінії.

Цикл розвитку аналогічний лінійній іржі пшениці.

Шкодочинність. Інтенсивний розвиток хвороби різко зменшує посухостійкість рослин, що веде до утворення щуплого зерна та недобору врожаю 50-60%.

Заходи боротьби. Вирощування сортів ячменю, що менше вражаються стебловою іржею.

Карликова іржа

Хвороба поширена в усіх районах вирощування ячменю.

Збудник: гриб *Puccinia hordei* Oth. (син. *P. simplex* Erikss. et Henn.) порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*. Гриб дводомний. Еціальне спороношення утворюється на видах рястки (*Ornithogalum* L.) із родини лілійних: зонтичній (*O. umbellulatum* L.), піренейській (*O. pyrenaicum* L.) і вийчастій (*O. fimbrialum* Willd.), які особливо поширені в південних районах України. Уредо- і теліоспороношення утворюється тільки на ячмені. Урединіоспори кулясті або широкоеліпсоподібні, жовтуваті, розміром 21-30 x 18-22 мкм, з ясно-бурою, світлуватою оболонкою.

Теліоспори можуть бути одноклітинні або двоклітинні, бурого кольору, за формою довгасті або булавоподібні. Розмір одноклітинних теліоспор 25-

30 x 16-18, а двоклітинних – 44-56 x 18-24 мкм.

Симптоми. На яровому ячмені карликова іржа виявляється досить пізно, на початку молочно-воскової стиглості зерна, а на озимому ячмені сильніше розвивається на сходах. На листках та їх піхвах з'являються світло-жовті пустули, розміщені безладно. Пізніше з нижнього боку листків і листкових піхв формуються субепідермальні дрібні чорні телії (рис. 4.3).

Цикл розвитку хвороби. У циклі розвитку гриба еціальна стадія може бути відсутньою. Гриб добре зимує в урединіостадії на озимому ячмені та падалиці, даючи весною нові покоління урединіоспор.

Еціоспори та урединіоспори проростають і заражають рослини за наявності краплинної вологи і температури повітря +10-25°C (оптимум 15-18°C). Інкубаційний період від моменту зараження до прояву нового урединіоспороношення залежить від температури і триває від 4-х до 11-ти днів (за 20°C – 4 дні, 15°C – 6, 10°C – 11 днів). Теліоспори проростають і утворюють базидії з базидіоспорами після періоду спокою. Навесні пророслі базидіоспори заражують види рястки.

Шкодочинність. Карликова іржа менш шкідлива, ніж інші іржасті захворювання. Проте сильне ураження озимого ячменю призводить до різкого зниження зимостійкості. Загальний недобір урожаю становить від 3 до 7%.

Заходи боротьби. Високостійких сортів немає.

Завдання 2. Бактеріальні та вірусні захворювання ячменю

Навчальний матеріал: гербарні матеріали базального бактеріозу, жовтої карликовості ячменю.

2.1. Описати та зарисувати зовнішні ознаки прояву на ячмені плямистого (базального) бактеріозу.

3.2. Описати та зарисувати зовнішні ознаки прояву на ячмені жовтої карликовості.

Базальний бактеріоз

Трапляється скрізь.

Збудник: бактерії *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* Young et al. Це поліморфні, рухомі (з полярним джгутиком), прямі, тонкі, грамнегативні палички із заокругленими кінцями.

Симптоми. На листках, стеблах, лусочках з'являються різні поодинокі, чисельні, спочатку водянисті, а пізніше коричневі, часто довгасті плями. Колоскові лусочки буріють біля основи, а на зерні буріє зародковий кінець. За інтенсивного розвитку хвороби оболонка зерен пом'якшується, а всередині з'являється яскраво-червона рідина, спостерігається карликовість стебел, суха гниль обгорткового листка і побуріння колеоптеля. Уражене зерно втрачає схожість.

Цикл розвитку хвороби. Хвороба сильніше розвивається у роки із зниженою температурою і підвищеною вологістю в літній період. Джерелом інфекції є уражене насіння й уражені, але не згнилі рештки рослин.

Шкодочинність. У результаті сильного розвитку недобір урожаю може становити 15-20%.

Заходи боротьби. Високостійких сортів ячменю до базального бактеріозу не виявлено.

Жовта карликовість

Хвороба виявлена на півдні України.

Збудник: вірус *Barley yellow dwarf virus*. Вірус має ізотермічні віріони до 25 нм довжиною. Дуже стійкий до високих температур – зберігає інфекційність після 10 хв. прогрівання за 75°C. Уражує близько 100 видів родини *Gramineae*. Особливо шкідливий для посівів ячменю, пшениці, вівса, рису, жита і кукурудзи.

Симптоми. На листках уражених рослин з'являється золотаво-жовте забарвлення, що розповсюджується зверху вниз і переважно з країв листків. Листки у хворих рослин стають жорстким і розміщуються більш вертикально, ніж у здорових. Спостерігається низькорослість ячменю, колоски часто не утворюються, коренева система розвивається повільно. Хворі рослини дуже важко переносять посушливі періоди (рис. 4.4).

Цикл розвитку хвороби. Вірус передається різними видами злакових попелиць, в організмі яких він може зберігатися протягом 120 год. Механічно та з насінням вірус не передається, але зберігається у зимуючих рослинах.

Шкодочинність. Хвороба може бути причиною недобору 15% і більше врожаю.

Заходи боротьби. Стійких сортів до хвороби не виявлено.

Контрольні питання

1. Описати збудників сажкових захворювань ячменю.
2. Зазначте відмінності у симптомах та циклі розвитку сажок ячменю.
3. Описати симптоми, цикл розвитку та морфо-біологічні особливості карликової іржі ячменю.
4. Описати вірусні та бактеріальні хвороби ячменю.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

Хвороби вівса та кукурудзи

Мета: вивчити збудників, цикл розвитку, симптоми ураження вівса і кукурудзи сажковими та іржастими захворюваннями.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, предметне і покривне скло.

Порядок виконання роботи:

Завдання 1. Сажкові та іржасті захворювання вівса

Навчальний матеріал: гербарні матеріали сажки вівса, корончастої іржі вівса.

1.1. Описати та зарисувати зовнішні ознаки проявлення на рослинах вівсатвердої та летючої сажки.

1.2. Порівняти зовнішні ознаки прояву на рослинах вівса лінійної та корнчастої іржі, зробити рисунки.

1.3. Приготувати препарат із спороношення збудника корончастої іржівівса, розглянути і зарисувати урединіоспори та теліоспори.

Тверда (покрита) сажка вівса

Захворювання поширене повсюдно в районах вирощування вівса.

Збудник: гриб *Ustilago laevis* Magn., порядку *Ustilaginales*, класу *Basidiomycetes*.

Теліоспори шаро- або еліпсоподібні, 6-10 x 5-8,5 мкм, склеєні, потім порошасті, з темно-коричневою оболонкою, в масі чорно-бурі, щільні, прикриті колосковими лусками.

Базидії чотири-, шестиклітинні, з подовженими базидіоспорами. На початку викидання волоті теліоспори склеєні в щільні утворення чорно-оливкового кольору, які в фазу дозрівання вівса розпадаються на грудочки.

Симптоми. Виявляється захворювання у фазі викидання волоті майже так само, як і летючої сажки, з тією лише різницею, що за ураження твердою сажкою від колоскових лусок залишаються неураженими лише тонкі зовнішні сребристі плівки, що прикривають теліоспори (рис. 5.1). Завдяки цьому створюється враження, що на волоті сформувалися покриті чорною оболонкою зерна, через це цю сажку і називають покритою. В уражених рослин гілочки суцвіть недорозвинені (укорочені) і волоті мають компактний вигляд. Іноді за слабого ураження верхня частина волоті залишається здоровою і на ній утворюються нормальні зернівки.

Цикл розвитку хвороби. Основна маса теліоспор розпадається під час збору й обмолоту врожаю, потрапляючи на зерно або під його плівки. Біологія *U. laevis* близька до біології *U. avenae*. На вологому зерні теліоспори твердої сажки проростають так само, як і теліоспори летючої сажки, але за підсушування його грибниця під плівками розпадається на гемі і зберігається до сівби. Зараження відбувається за проростання зерна як від гем, що проростають, так і від грибниці, яка утворюється за проростання теліоспор.

Спори проростають за 6-10°C, у зв'язку з чим зараження може відбуватися під час зберігання зерна. Джерело інфекції – теліоспори, що зберігаються в ураженому зерні.

Шкодочинність. Тверда сажка вівса шкідлива так як і летюча.

Заходи боротьби. 1. Вирощування стійкі до хвороби сортів. 2. Очищення і завчасне протруювання насіння.

Корончаста іржа

Захворювання поширене у всіх регіонах вирощування вівса.

Збудник: гриб *Puccinia coronifera* Kleb., f. sp. avenae Erikss. порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*.

Урединіоспори одноклітинні, жовті, кулясті, 20-30 мкм у діаметрі, з оболонкою, покритою дрібними шипиками.

Теліоспори бурі, двоклітинні, розміром 35-60 x 12-25 мкм, на короткій ніжці. Верхня клітина зверху має до 8 виростів, що нагадують корону, завдяки чому гриб дістав назву “*coronifera*”, а захворювання – корончаста іржа.

Еціоспори шаро-, еліпсоподібні або багатогранні, 16-24 x 13-17 мкм, із безбарвною оболонкою та оранжевим вмістом.

Симптоми. Виявляється звичайно після колосіння або до початку наливу зерна (рис. 5.2). На листках, їх піхвах і рідше на стеблах утворюються розсіяні оранжеві, овальні урединії діаметром 0,5 мм. За сильного ураження рослин вони зливаються в безформені купки. Спочатку урединії прикриті епідермісом, але незабаром він розривається, а урединіоспори розпилюються. Через 7-10 днів після розвитку урединіостадії навколо урединій або в інших місцях з'являються чорні блискучі телії, розташовані у вигляді темно-коричневих маленьких смужок, що залишаються під епідермісом до повного дозрівання вівса.

Цикл розвитку хвороби. Весною теліоспори, що перезимували на стерні або інших рослинних рештках, проростають і утворюють базидії з базидіоспорами. Останні, розлітаючись, заражають види жостеру проносного або ламкого. Весняне проростання теліоспор залежить від кількості квітневих дощів: успішним воно буває за випадання 6-8 дощів з кількістю опадів не менше 1 мм кожен. Потрапляючи на рослини проміжного господаря, базидіоспори проростають і утворюють дрібні групи кулястих спермогоніїв, занурених у тканину листків. Пізніше на нижньому боці листка утворюються еції з еціоспорами. Еції можуть також утворитися на черешках листків і квітках жостеру. Хвороба розвивається особливо інтенсивно в тих випадках, коли під час розсіювання еціоспор температура повітря не опускається нижче + 15°C.

Еціоспори, потрапивши на овес або інші злакові трави, дають початок урединіогрибниці, на якій з'являються урединіоспори, а пізніше теліоспори. За літній період гриб може дати дві-три генерації урединіоспор. Урединіо- і теліоспори проростають за вологості 100%. Мінімальною температурою для їх розвитку вважається 4°C, оптимальною +15-22, а максимальною 31,5°C. Під час проростання урединіоспор утворюються проросток, потім апресорії, після чого гриб проникає в тканину рослини. Після закінчення інкубаційного періоду на зараженому листку утворюються урединії з урединіоспорами, здатними знову заражати овес. У одній урединії утворюється до 3000 урединіоспор.

Тривалість інкубаційного періоду патогена залежить від температури повітря і становить від 7 до 14 діб. Оптимальною для розвитку хвороби прийнято вважати температуру в межах +18-21°C.

Шкодочинність. За сильного розвитку хвороби недобір урожаю зерна може досягати 20% і більше. У зернівках зменшується вміст аспарагінової і глютамінової кислот, а також фракцій серин-гліцерину і аспарагін-глютаміну. Епіфітотійний розвиток хвороби може викликати повну загибель рослин протягом 23 днів з моменту появи перших одиничних урединій.

Заходи боротьби. 1. Вирощування стійких до корончастої іржі сортів. Знищення проміжного господаря.

Завдання 2. Сажкові захворювання кукурудзи.

Навчальний матеріал: гербарні матеріали летючої і пухирчастої сажки кукурудзи; фіксований матеріал у формаліні: нарости пухирчастої сажки

кукурудзи.

2.1. Розглянути і описати особливості ураження рослин кукурудзи збудниками пухирчастої та летючої сажки. Виготовити із спороношення грибів мікроскопічні препарати, зарисувати морфологічні особливості теліоспор збудників хвороб.

2.2. Порівняти та зарисувати цикли розвитку збудників пухирчастої та летючої сажки кукурудзи.

Пухирчаста сажка кукурудзи

Захворювання поширене у всіх районах вирощування кукурудзи.

Збудник: базидіальний гриб *Ustilago zae* Unger порядку *Ustilaginales*. Теліоспори у масі чорно-оливкові, а поодинокі – жовто-коричневі, кулясті, з сітчастим узором і крупними щетинами, 8-13 мкм у діаметрі. Базидіоспори одноклітинні безбарвні довгасті, розміром 3 x 1,2 мкм.

Симптоми. Виявляється на качанах, султанах, стеблах, репродуктивних бруньках, листках і повітряному корінні у вигляді пухироподібних здуттів (галів) різної форми і величини. На корінні хвороба не виявляється. Розвиток здуття починається із блідної, злегка припухлої плями, яка поступово розростається і перетворюється на велике жовно, заповнене спочатку білою м'якоттю, а пізніше сірувато-білою або рожевою слизистою масою, що перетворюється потім на чорно-оливкову порошисту масу спор. Найбільших розмірів здуття бувають на качанах і стеблах. На листках вони маленькі у вигляді групи шорстких зморшок, часто підсихаючих до утворення спор (рис. 5.3).

Симптоми хвороби спочатку виявляються на молодих листках та листових піхвах, а іноді на повітряному корінні, розташованому на стеблі. Сильне ураження спостерігається на сходах, коли відбувається зараження верхівкової бруньки. Потім захворювання виявляється на волоті, а з початку цвітіння і з появою рилець, уражуються качани. Після формування волоті та цвітіння заражаються бруньки пазух, що є під піхвами листків.

Найважча форма хвороби – ураження стебла. В цьому разі рослина скривлюється, вся частина її вище ураженого місця перетворюється на сажкові нарости та відмирає.

Цикл розвитку хвороби. Коли оболонка здуття лопається, теліоспори розлітаються по полю і служать джерелом зараження молодих органів рослин. Проростають вони за наявності краплинної вологи протягом декількох годин. Оптимальна температура для їх проростання +23-25°, за +15-18°C воно сповільнюється, а за 12°C і нижче припиняється. У проростаючих теліоспор через 15-20 годин з'являється проросток, базидія, на якій формуються базидіоспори, що розмножуються брунькуванням, утворюючи велику кількість споридій, які іноді називають вторинними конідіями.

Споридії та базидіоспори, а іноді безпосередньо базидії проростають і утворюють проросткову трубку, що проникає в рослину крізь нижній епідерміс, чим і пояснюється зараження тільки молодих меристематичних тканин. З паросткових трубок в тканини рослини проникає гаплоїдна ниткоподібна грибниця. Гіфи гаплоїдної грибниці коопулюють з гіфами грибниці

протилежної статі та дають початок розвитку диплоїдної грибниці, що складається з товстих вузлуватих гіф. Із диплоїдної грибниці через 20-24 дні в місцях зараження розвивається здуття з теліоспорами.

За період вегетації кукурудзи гриб може дати 3-4, а іноді й 5 поколінь, чим і пояснюється сильний прояв захворювання до початку збирання врожаю.

Гриб *U. zeae* не поширюється дифузно по рослині, тому кожне здуття утворюється в тому місці, де відбулося зараження рослини.

Сухі теліоспори можуть зберігати життєздатність до чотирьох років, тоді як у природних умовах, піддавшись змочуванню водою, вони швидко втрачають схожість. Проте теліоспори, що мають вигляд грудкуватого здуття, змочуються погано і протягом осені, зими і весни не гинуть. Весною внаслідок обробітку ґрунту вони розбиваються, і спори разносяться вітром, утворюючи первинне джерело зараження рослин.

Шкодочинність. Шкідливість полягає в загибелі уражених молодих рослин, безплідності качанів за раннього їх зараження та значному недоборі врожаю. Останнє залежить від розміру і кількості здуттів на рослині. За великого здуття врожай знижується в середньому на 60%, за здуття середньої величини – на 25, невеликих – на 10%. Шкідливість двох здуттів на одній рослині втричі більша, ніж шкідливість одного такого ж здуття.

Заходи боротьби. 1. Дотримання науково обґрунтованої сівозміни. 2. Виведення і районування стійких гібридів і сортів. 3. Протруювання насіння фунгіцидами за 2-3 місяці до посіву. 4. Сівба в оптимальні терміни і на оптимальну глибину. 5. Внесення фосфорно-калійних добрив. Видалення післязбиральних решток. Глибока зяблева оранка. 7. Просторова ізоляція насінневих ділянок не менше 1 км від полів, де кукурудзу вирощували в попередньому році. 8. Збір і знищення уражених рослин. 9. Висівання стійких гібридів до хвороби.

Летюча сажка кукурудзи

Захворювання в Україні більше поширене у Полтавській, Кіровоградській, Черкаській областях і південній частині Київської області.

Збудник: базидіальний гриб *Sorosporium reilianum* Me Alpine f. *zeae* *Geschele* порядку *Ustilaginales*. Збудник має вузьку філогенетичну спеціалізацію і вражає тільки кукурудзу. Теліоспори жовто-коричневі, кулясті або еліптичні, іноді навіть безформні, 9-14 мкм у діаметрі, дрібнощетинисті, часто зібрані в клубочки, що швидко розпадаються.

Симптоми. Вражаються тільки волоті та качани. Волоті повністю або частково перетворюються на чорну порошисту масу. Замість качана утворюється овально-конусоподібне жовно, покрите зовні вкороченими обгортками, а всередині складається із решток провідних пучків качана і величезної кількості темних спор (рис. 5.4). Спочатку обгортки жовна щільні, зелені, а до фази молочної стиглості жовтіють, висихають і розкриваються. Спори з жовна розпилюються повільно, оскільки вони утримуються рештками волокон початка, рослини відстають в рості, листки сильно розростаються, спостерігається фасціація.

Цикл розвитку хвороби. Теліоспори дозрівають у період появи ниток кукурудзи. Розпилюючись у великій кількості, вони осідають на ґрунт і частково на зернівки, особливо в період збору качанів. Зараження кукурудзи патогеном звичайно відбувається під час проростання насіння і появи проростків до виходу їх на поверхню ґрунту. Іноді спостерігається зараження рослин у період утворення двох-трьох листків. Проростаючи, теліоспори утворюють фрагмобазидію з базидіоспорами. Останні після копуляції дають початок диплоїдній гіфі, яка за контакту з проростком кукурудзи потрапляє в нього і в тканинах рослини розвивається в грибницю, що швидко поширюється по стеблу і досягає точки росту. Іноді грибниця не встигає досягти точки росту стебла, і тоді вражаються тільки качани, а волоті залишаються здоровими.

Найінтенсивніше спори проростають за температури +28-30°C і 70% вологості. Підвищена вологість у період проростання кукурудзи не підсилює зараження рослин. Частина теліоспор може зберігати життєздатність до 5 років.

Шкодочинність. На відміну від збудника пухирчастої сажки *S. reilianum* вражає і руйнує вегетативні й генеративні клітини. Шкідливість летючої сажки полягає не тільки в недоборі зерна внаслідок ураження качанів, але і в прихованих втратах, пов'язаних з випаданням окремих проростків, низькорослістю рослин і недорозвиненістю качанів. Інтенсивний розвиток хвороби призводить до недобору врожаю зерна 15-20%.

Заходи боротьби. Найефективнішим профілактичним засобом проти хвороби є виведення стійких гібридів і сортів: Одеський 27, 50, Краснодарський 4 та 5, Буковинський 11, 2 та 3, АІР 42 та 156, Київський 8. Дотримання науково обґрунтованих, прогресивних технологій вирощування кукурудзи.

Контрольні питання

1. Опишіть симптоми ураження, особливості циклу розвитку збудникатвердої сажки вівса.
2. Опишіть цикли розвитку пухирчастої та летючої сажок кукурудзи.
3. Сформулюйте основні заходи захисту рослин кукурудзи від сажки.
4. Дайте характеристику симптомам та циклу розвитку корончастої іржі вівса.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

Хвороби проса та гречки

Мета: вивчити збудників, цикл розвитку, симптоми ураження проса сажковими захворюваннями, гречки фітофторозом, пероноспорозом.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, предметне і покривне скло.

Порядок виконання роботи:

Завдання 1. Сажкові захворювання проса

Навчальний матеріал: гербарні матеріали звичайної сажки проса.

1.1. Розглянути та зарисувати зовнішні ознаки проявлення звичайної сажки проса, описати симптоми та цикл розвитку збудника хвороби.

1.2. Виготовити препарат із чорної спорової маси, розглянути та зарисувати теліоспори збудника хвороби.

Звичайна сажка проса

Захворювання поширене повсюдно в районах вирощування проса.

Збудник: базидіальний гриб *Sphacelotheca paniclemiliaceae* (Pers.) Vub. родини *Ustilaginaceae* порядку *Ustilaginales*.

Теліоспори кулясті або еліпсоподібні, 7 мкм у діаметрі, з темно-коричневою гладкою з подвійним контуром оболонкою.

Симптоми. Хвороба виявляється в період викидання волоті, всі частини якої повністю руйнуються, перетворюючись на масу порошистих теліоспор (рис. 6.1). На уражених рослинах у піхві верхнього листка замість волоті утворюється довгасте здуття у вигляді жовна завдовжки 3-5 см, що іноді виходить з піхви.

Спочатку здуття покрите рожевою, а пізніше брудно-сірою тонкою плівкою, що складається з грибниці патогена. Усередині здуття заповнене чорно-бурою порошкоподібною масою і рештками осьових гілочок суцвіття.

Цикл розвитку хвороби. Теліоспори розпиляються під час збору й обмолоту зерна, потрапляючи в ґрунт і на насіння. Весною у вологому ґрунті вони проростають разом із насінням, утворюючи членисту базидію з базидіоспорами. Останні, проростаючи, копулюють і дають інфекційну гіфу, що проникає в молодий проросток проса. Усередині рослини грибниця досягає точки росту, а під час формування волоті розростається, утворюючи величезну кількість теліоспор.

Основним джерелом зараження рослин є заспорене насіння. Теліоспори, розпилені на ґрунті, звичайно швидко проростають та істотного значення в розповсюдженні інфекції не мають. Теліоспори, що залишилися в здутті на поверхні ґрунту або на глибині до 10 см, можуть зберігати життєздатність і бути додатковим джерелом інфекції за сівби проса після проса. Проте життєздатність їх зберігається не більше року, тому за чергування культур у сівозміні ґрунтова інфекція небезпеки не створює. Оптимальна температура для проростання теліоспор +25-30°C, мінімальна +5-10°C. За температури вище 40°C вони не проростають.

Шкодочинність. Уражені рослини відстають у рості, надмірно кущаться, спостерігається недорозвиненість волоті. На сильно уражених посівах недобір урожаю зерна може бути 20-30% і більше.

Заходи боротьби. 1. Протруювання насіння. 2. Дотримання науково-обґрунтованої сівозміни. 3. Вирощування стійких до хвороб сортів. 4. Осінній вологозарядковий полив ґрунту, а також внесення мінеральних добрив у суміші з мікроелементами (марганцем, міддю, бором) на ґрунтах, де цих речовин недостатньо.

Завдання 2. Хвороби гречки

Навчальний матеріал: гербарні матеріали фітофторозу, пероноспорозу гречки.

2.1. Розглянути, описати та зарисувати зовнішні ознаки проявлення фітофторозу гречки.

2.2. З ураженої фітофторозом тканини зняти наліт і приготувати препарат нестатевого спороношення збудника *Phytophthora parasitica*. Розглянути під мікроскопом зооспорангієносці із зооспорангіями.

2.3. Описати та зарисувати симптоми прояву на рослинах пероноспорозу. Виготовити препарат із спороношення збудника пероноспорозу, зарисувати конідієносці з конідіями.

Фітофтороз гречки

Захворювання поширене в усіх районах вирощування гречки.

Збудник: нижчий гриб *Phytophthora parasitica* Dastur (за іншими даними *Ph. fagopyri*) порядку *Peronosporales*, класу *Oomycetes*.

Грибниця – міжклітинна, а іноді внутріклітинна з гіфами діаметром 3-9 мкм та гаусторіями. На поверхні уражених тканин формується безстатеве спороношення – зооспорангієносці із зооспорангіями.

Зооспорангієносці завдовжки 100-300 мкм. Спочатку вони не гілкуються і несуть на собі один зооспорангій, потім симподіально гілкуються і дають багато зооспорангіїв.

Зооспорангії кулясті або яйцеподібні, розміром 25-50 x 20-40 мкм, проростаючи у воді, дають дві зооспори з двома бічними джгутиками, іноді проросток, що переходить у міцелій або утворює на кінці вторинну конідію.

Оогонії з безбарвною гладкою оболонкою, кулясті. Антеридії булавоподібні. Ооспори (статеве спороношення) – кулясті, по одній в оогонії, з товстою, гладкою оболонкою, діаметром 15-20 мкм; проростаючи, дають проросток, що перетворюється в конідієносець з конідіями. Ооспори – це продукт статевого розмноження (оогамії) грибів класу *Oomycetes*.

Симптоми. Найчастіше виявляється на сходах гречки (рис. 6.2). На сім'ядолях, стеблинках і молодих листках утворюються округлі або еліпсоподібні бурі плями, розташовані концентричними кругами. З нижнього боку сім'ядолей і листків на плямах з'являється слабкий павутинистий білий наліт – зооспорангієносці із зооспорангіями. У вологу погоду сходи загнивають і випадають, тому це захворювання часто називають гниллю сходів.

Іноді в умовах вологої погоди фітофтороз може виявлятися в період цвітіння рослин і плодоутворення, викликаючи побуріння та відмирання листків, квіток і молодих плодів.

Цикл розвитку хвороби. У період вегетації гречки гриб поширюється зооспорангіями, що, проростаючи, утворюють зооспори або інфекційну гіфу, за допомогою яких і відбувається зараження рослин.

Зберігається гриб на рослинних рештках у вигляді ооспор, але останні іноді можуть бути і в шкірці насіння. Ооспори весною проростають, утворюючи крупний зооспорангій, з якого виходять зооспори, що спричиняють

первинне зараження рослин.

Цикл розвитку гриба має шість стадій із зміною гаплоїдної фази диплоїдною: міцелій, зооспорангієносці із зооспорангіями, хламідоспори, зооспори, оогонії з антеридіями і ооспори.

Розвиток фітофторозу спостерігається в роки з підвищеною вологістю і температурою повітря.

Шкодочинність. Зрідження посівів і ураження рослин в період цвітіння можуть спричинити зменшення врожаю гречки на 15-20% і більше.

Заходи боротьби. Сівозміна. Протруювання насіння. Стійких сортів немає.

Несправжня борошниста роса або пероноспороз гречки

Хвороба розповсюджена у Поліссі України.

Збудник: ооміцетний гриб *Peronospora fagopyri* Elenov порядку *Peronosporales*. Грибниця його міжклітинна, від якої на поверхню листків через пори виходять конідієносці з конідіями, утворюючи сірувато-фіолетовий наліт. Конідієносці 3-4-разово дихотомічно розгалужені, 380-500 x 8-12 мкм, з кінцевими прямими гілочками завдовжки 8-16 мкм. Конідії світло-сірі, яйцеподібні, 16-26 x 12-16 мкм. В уражених тканинах грибок утворює ооспори. Вони кулясті, 22-25 мкм діаметром, з гладенькою коричневою оболонкою.

Симптоми. Звичайно проявляється перед або на початку цвітіння у вологу погоду. На листках з верхнього боку утворюються розпливчасті жовтуваті плями, а з нижнього – слабкий сірувато-фіолетовий наліт (рис. 6.2). Уражені листки засихають й опадають. Нерідко сірувато-фіолетовий наліт з'являється і на суцвіттях.

Цикл розвитку хвороби. Ооспори зберігаються у рештках рослин і на насінні. За їх проростання утворюються зооспори, від яких відбувається первинне зараження рослин. У період вегетації збудник розповсюджується конідіями.

Шкодочинність. За інтенсивного розвитку хвороби недобір урожаю гречки може становити 20% і більше.

Заходи боротьби. Стійких до хвороби сортів немає.

Контрольні питання

1. Опишіть морфо-біологічні особливості збудника фітофторозу гречки та цикл його розвитку.
2. Зазначте симптоми ураження проса звичайною сажкою.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7

Хвороби зернобобових культур

Мета: вивчити збудників, цикл розвитку, симптоми ураження зернобобових культур іржею, аскохітозами, антракнозами, пероноспорозами та церкоспорозом.

Обладнання: мікроскопи МБР-1, чашки Петрі, предметне і покривне скло.

Порядок виконання роботи

Завдання 1. Іржа гороху

Навчальний матеріал: гербарні матеріали іржі гороху.

1.1. Розглянути і описати особливості ураження рослин гороху іржею в уредо- і теліостадії.

1.2. Приготувати препарат із уредо- і теліоспор гриба *Uromyces pisi*. Для цього препарувальною голкою перенести світло-коричневі та темно-бурі спори з пустул у краплю води на предметне скло і роздивитися їх за малого і великого збільшення мікроскопа. Зробити рисунки.

Іржа гороху

Захворювання поширене у районах вирощування гороху.

Збудник: гриби роду *Uromyces* – *Uromyces pisi* (Pers.) Schrot., *Uromyces fabae* (Pers.), порядку *Uredinales*, класу *Basidiomycetes*.

Урединіоспори округлі або еліптичні, з шипуватою оболонкою і 4-5 паростковими порами, розміром 18-25 мкм.

Теліоспори розміром 20-30 x 16-23 мкм, одноклітинні, еліптичні, темно-бурі з дрібнобородавчастою потовщеною на верхівці оболонкою і слабо помітною безбарвною ніжкою.

Симптоми. У період бутонізації-цвітіння на нижній поверхні листків і стебел гороху з'являються крупні оранжево-коричневі урединії, які пізніше темніють і дещо ущільнюються унаслідок розвитку теліостадії.

Цикл розвитку хвороби. Збудник *Uromyces pisi* – різногосподарний паразит із повним циклом розвитку. Весняне спороношення (спермогонії та еції) розвиваються головним чином на молочаї кипарисоподібному. Весною еціальна грибниця *U. pisi* з кореневища молочаю переходить на однорічні надземні пагони, які стають блідими, деформуються, не гілкуються, а у видів молочаю, що гілкуються, не квітнуть. На них з'являється велика кількість жовто-бурих або оранжевих округлих чи еліптичних ецій (рис. 7.1).

Зараження гороху відбувається в період бутонізації-цвітіння від еціоспор, що переносяться вітром. Знизу листків і стебел гороху з'являються урединії, а пізніше розвиваються телії. За період вегетації гороху звичайно формується декілька поколінь урединіоспор.

Урединіоспори *U. pisi* мають високу енергію проростання. У краплі води їх проростання починається за годину і закінчується за 8-10 год. Через 10 год. проросткові трубки бувають сильно розгалуженими. Інтенсивне проростання урединіоспор спостерігається за температури +10-25°C; температурний оптимум +20°C. Інкубаційний період урединіостадії (після зараження від урединіоспор) за оптимальної температури (+20-22°C) триває троє діб, а період розвитку патогена – 5 діб. Зниження температури до +15-17° і підвищення до +25-27°C подовжує інкубаційний період до 5, а період розвитку – до 7 діб.

Більш вимогливий патоген до умов вологості. Для проростання урединіоспор необхідна наявність крапельно-рідкої вологи. Період від утворення урединій до появи теліостадії різко скорочується з настанням сухої і

спекотної погоди (середньодобова температура повітря вища 23,8°C, відносна вологість нижча 80%). Найкоротший період (дві доби) спостерігали за середньодобовою температурою 27,6°C та відносній вологості повітря 58,5%.

Гриб зберігається теліоспорами на рослинних рештках. Весною теліоспори проростають в базидії з базидіоспорами, що заражають молочай, в кореневищах якого гриб може також зберігатися у вигляді міцелію.

Розвитку іржі сприяють відносна вологість повітря не нижче 70%, часті дощі й висока температура повітря (20-25°C).

Шкодочинність. Унаслідок утворення пустул і розривів епідермісу підвищується транспірація, знижується енергія фотосинтезу рослин. У рослинах виявляються глибокі порушення обміну речовин: залежно від ступеня розвитку захворювання активність пероксидази збільшується в 1,5-3 разів, поліфенолоксидази – у 6-9 разів; вміст аскорбінової кислоти зменшується в 1,3-2, хлорофілу – в 1,1-1,5, цукрів – в 1,4-3 рази.

Сильно уражені листки звичайно жовтіють і засихають, що ослаблює рослину і призводить до передчасного їх відмирання. У епіфітотійні роки хвороба може бути причиною значного (до 25%) недобору врожаю зерна.

Заходи боротьби. 1. Знищення молочаю як проміжного господаря. Обкошування пустирів, узбіч доріг тощо. 2. Глибока зяблева оранка і загортання всіх рослинних решток, на яких можуть зберігатися теліоспори іржі. 3. Підбір і впровадження стійких сортів. 4. Дотримання науково-обґрунтованої сівозміни. 5. За появи в посівах уражених рослин (за результатами обліку менше 3%) проводять обприскування посівів фунгіцидами.

Завдання 2. Аскохітози

Навчальний матеріал: гербарні матеріали аскохітозу сої.

2.1. Розглянути і зарисувати зовнішні ознаки ураження сої аскохітозом.

2.2. Зробити мікроскопічні препарати, розглянути та зарисувати пікніди, сумки і сумкоспори патогена. Описати цикл розвитку збудника хвороби і основні джерела зберігання інфекції.

Аскохітоз сої

Захворювання поширене повсюдно у районах вирощування сої.

Збудник: недосконалий гриб *Ascochyta sojaecola* Abramov, порядку *Sphaeropsidales*, класу *Deuteromycetes*.

Грибниця світло-коричнева з діаметром гіф 7-8 мкм. Пікніди тонкостінні, кулясті, коричневі 105-220 мкм у діаметрі. У середині них утворюється велика кількість пікноспор. Пікноспори безбарвні, циліндричні з округлими кінцями, прямі або злегка зігнуті, з однією перегородкою і невеликими перетяжками, 10-16 x 3-5 мкм.

Симптоми. Уражаються сім'ядолі, листки, стебла, боби і насіння. На сім'ядолях утворюються темно-коричневі плями і виразки з концентричною зональністю (рис. 7.2).

На листках плями крупні, сірувато-білі, з різкою темною облямівкою, округлі, до 10 мм у діаметрі, з помітною концентричністю і рясним утворенням

пikнiд у центрі. Нерiдко ураженi дiлянки листка випадають i залишаються тiльки бурi плями.

На стеблах утворюються подовженi плями сiруватого кольору з розсiяними, зануреними, пiзніше виступаючими, пiкнiдами. Iнодi поверхневi тканини молодих стебел руйнуються i розщеплюються на поздовжнi смужки. На стеблах плями, що здерев'янили, чорнi, витягнутi в довжину, з масою пiкнiд. Особливо їх багато в мiсцях прикрiплення стебел.

На бобах плями сiрi, часто переходять у поглибленi бурi виразки з численними пiкнiдами. У таких бобах, як правило, насiння не утворюється, а якщо i утворюються, то виявляється трухлявим. Насiння в бобах за сильного ураження часто загниває.

Цикл розвитку хвороби. Зберiгається патоген у виглядi грибниці та пiкнiд на насiннi, рослинних рештках. На насiннi збудник може не втрачати свою життєздатнiсть 5 рокiв i бiльше.

Iнтенсивний розвиток спостерiгається за пiдвищеної вологостi й температури повітря 20-25°C, що сприяє виштовхуванню пiкнiд iз пiкноспор, якi легко переносяться краплями дощу i вiтром.

Шкодочиннiсть. Аскохiтоз найсильнiше вражає сою у фазах цвітiння, плодоутворення, початку дозрiвання. Він може бути також причиною зниження схожостi насiння на 25-40%, випадання сходiв i дорослих рослин. У окремi роки недобiр урожаю зерна сої вiд аскохiтоза становить 15-20%.

Заходи боротьби. 1. Виведення i впровадження стiйких сортiв. 2. Дотримання науково-обгрунтованих сiвозмiн, у яких передбачено висiвання сої на тому ж полi через 3-4 роки. Кращими попередниками є зерновi культури. 3. Своєчасний збiр насiння iз здорових дiлянок, ретельне його очищення, калiбрування iз обов'язковим протруюванням. 4. Внесення добрив вiдповiдно до агрохiмiчного аналізу ґрунту. 5. За виявлення 3-5% уражених рослин збудниками аскохiтозу проводять обприскування рослин фунгiцидами. У разi потреби здiйснюють повторне обприскування через 10-12 дiб. 6. Видалення пiслязбиральних решток i своєчасний зяблевий обробiток ґрунту.

Завдання 3. Пероноспорози

Навчальний матерiал: гербарнi матерiали пероноспорозу сої.

5.1. Розглянути роздатковий матерiал хворих пероноспорозом рослин сої, зарисувати симптоми ураження рослин.

5.2. Виготовити препарат iз конiдiального спороношення збудника *Peronospora manshurica* i роздивитися його за малого i великого збiльшення мiкроскопа. Зробити зарисовки.

5.3. Для ознайомлення з ооспорами використовують уражене пероноспорозом насiння сої. Частину оболонки насiння вiддiляють скальпелем i двома препарувальними голками наносять у краплю води на предметне скло. Ооспори розглядають пiд мiкроскопом та зарисовують.

Несправжня борошниста роса або пероноспороз

Хвороба поширена у всіх районах вирощування сої.

Збудник: нижчий гриб *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. порядку *Peronosporales*, класу *Oomycetes*.

Грибниця ендегенна із гаусторіями, поширюється по міжклітинниках тканин рослин, діаметр гіф 3,6-13,8 мкм. Конідієносці дихотомічно розгалужені, виходять на поверхню через продихи пучками (частіше по 3-6 шт.). Середня довжина конідієносців 240-900 x 7-9 мкм.

Конідії яйцеподібні, округлі або еліптичні з тонкою гладкою оболонкою і гомогенною дрібнозернистою протоплазмою, $23,3 \pm 0,5 \times 19 \pm 0,9$ мкм. Ооспори округлі, діаметром 26,5-52,2 мкм, мають двошарову оболонку – внутрішню завтовшки 2-4 мкм і зовнішню жовтувату – 3-7 мкм.

Симптоми. Зараження виявляється у двох формах: місцеве (локальне – результат вторинного зараження) і дифузне ураження (системне – результат первинного зараження) (рис. 7.3).

За місцевого ураження на листках з верхнього боку з'являються хлоротичні плями різних розмірів (2-8 мм) неправильної форми. За сприятливих для розвитку хвороби умов плями збільшуються, можуть охоплювати велику частину листка. Надалі плями жовтіють, стають темно-бурими і уражена тканина листка відмирає. З нижнього боку листків утворюється сірувато-фіолетовий наліт спороношення гриба, що складається з конідієносців і конідій. За підвищеної вологості повітря наліт з'являється і на верхньому боці листків. Спочатку наліт біло-сірий, дуже ніжний і рихлий. Пізніше він ущільнюється, стає темно-сірим, а потім бурим. Сильно уражені листки засихають і передчасно опадають. Частіше ця форма виявляється в посівах сої в період бутонізації-цвітіння і продовжується до кінця вегетації.

За дифузного ураження на сім'ядолях і особливо на листках утворюються великі хлоротичні ділянки, що охоплюють усю пластинку або частину її поблизу основи. Хворі рослини сильно відстають у рості, на них мало листків і бобів, іноді боби взагалі не утворюються.

У вологу погоду в місцях хлоротичності, переважно з нижнього боку листків, з'являється сіро-фіолетовий наліт.

Найчастіше дифузно уражені рослини утворюються з хворого насіння, а також за зараження здорових рослин сої конідіями у фазу простого або ще не розкритого трійчастого листка.

Хворі боби під час дозрівання дещо викривлені, опушені менше, ніж здорові. Їх стулки бурого кольору, на внутрішній поверхні стулок утворюється наліт кремового кольору, що складається з ооспор гриба. Кремова плівка щільно прикріплюється до оболонки насіння. Хворе насіння, покрите кремовою оболонкою, що складається з ооспор гриба. Воно стає матовим, білим, втрачає властиву здоровому насінню глянець.

Цикл розвитку хвороби. Протягом вегетаційного періоду на уражених рослинах, найчастіше з нижнього боку листків, з'являються конідієносці й конідії гриба. Інкубаційний період розвитку хвороби – 4-11 днів.

Спороношення утворюється дуже швидко. На вільному від нальоту

листку, поміщеному у вологу камеру за температури 18-25°C, через 8 год. можна спостерігати інтенсивне спороношення гриба. Органи статевого спороношення (ооспори) масово утворюються на внутрішній поверхні стулок бобів, насінні, в губчастій паренхімі уражених листків. Інтенсивніше ооспори утворюються за слабкої освітленості. Проростають ооспори після зимового періоду спокою.

Первинне зараження сої походить від ооспор весною під час проростання насіння. Ооспори дають інфекційну гіфу, що проникає в молоду тканину сходів сої. У результаті на сім'ядолях утворюється нижній наліт конідіального спороношення, сім'ядолі жовтіють і опадають. Конідії заражають прості і перший трійчастий листки.

Вторинне зараження рослин і поширення інфекції в період вегетації походить від конідій, які проростають у крапельно-рідкій волозі за температури +1-33°C (оптимум +20°C). Зараження конідіями відбувається, якщо краплинно-рідка волога на листках зберігалася не менше 5-ти годин. Інкубаційний період, залежно від зовнішніх умов, складає 4-15 днів.

Джерелом інфекції є уражене насіння і рослинні рештки, де гриб зберігається у вигляді ооспор. Резерватором інфекції може бути також дика соя. Сильніше вражаються пізні посіви.

Розвитку хвороби сприяють висока температура повітря (не нижче 25°C) і підвищена вологість (95-100%).

Шкодочинність. Дифузна форма пероноспорозу більш шкідлива: недобір насіння, залежно від розвитку хвороби, буває більше 5%, а олійність його знижується на 1% і вище. Схожість насіння та енергія проростання може знижуватися до 30%.

Заходи боротьби. 1. Виведення і впровадження у виробництво стійких сортів. Імунних сортів немає. 2. Дотримання сівозміни (повернення сої на попереднє місце не раніше ніж через 3-4 роки). 3. Знищення дикої сої як резерватора інфекції. 4. Завчасне протруювання насіння. 5. Сівба в оптимальні строки, за температури ґрунту на глибині загортання насіння +10-12°C. 6. Насінневі ділянки за появи перших ознак пероноспорозу обприскують фунгіцидами. 7. За виявлення 3-5% уражених рослин збудниками пероноспорозу проводять обприскування рослин 1%-ною бордоською рідиною. 8. Зяблева оранка із глибоким загортанням рослинних решток.

Антракнози

Навчальний матеріал: гербарні матеріали антракнозу квасолі.

4.1. Розглянути, описати та зарисувати ознаки ураження квасолі збудником антракнозу. Під мікроскопом вивчити будову конідіального ложа збудника *Colletotrichum lindemuthianum*, зарисувати щитинки, конідієносці, конідії гриба.

4.2. Описати особливості циклу розвитку збудника антракнозу.

Антракноз квасолі

Хворобу виявляють в усіх районах вирощування квасолі.

Збудник: незавершений гриб *Colletotrichum lindemuthianum* Br. et Cav. порядку *Melanconiales*, класу *Deuteromycetes*.

Симптоми. Надземні органи рослин уражуються протягом всієї вегетації, особливо в період формування бобів.

На сходах антракноз проявляється у вигляді червонувато-коричневих концентричних плям на сім'ядолях і подовжених вдавлених бурих плям на підсім'ядольному коліні стебельця (рис. 7.4). У вологу погоду на плямах утворюються рожеві подушечки, тканини загнивають, молоді рослини гинуть.

За ураження дорослих рослин на листках, черешках і стеблах з'являються розкидані бурі або майже чорні плями, за підсихання яких утворюються тріщини, а у вологу погоду спостерігається загнивання соковитих тканин; стебла і черешки листків переламуються.

На бобах спочатку з'являються дрібні плями, що поступово збільшуються і набувають майже округлої форми. Блідо- і червоно-бурі, вони, як правило, оточені жовто-бурою або червонуватою облямівкою. Нерідко зливаються, набувають форми виразок, досягаючи довжини понад 1 см. У такому разі уражуються весь боб і насіння, які твердіють, зморщуються, темнішають і втрачають схожість.

Цикл розвитку хвороби. Під час вегетації рослин гриб розповсюджується конідіями, що проростають у краплинно-рідкому середовищі за температури 10-29°C (оптимум 15-20°C). Розвиток хвороби спостерігають за вологості вище 60% і температури 15-19°C. Зберігається збудник грибницею на насінні й рештках рослин.

Шкодочинність. Антракноз зумовлює випадання сходів, погіршення товарних і посівних якостей насіння, зменшення надземної маси рослин і загального урожаю.

Заходи боротьби. 1. Глибокий обробіток ґрунту, видалення рослинних решток. 2. Протруювання насіння.

Завдання 5. Церкоспорози

Навчальний матеріал: гербарні матеріали церкоспорозу сої.

5.1. Розглянути та зарисувати ознаки ураження збудником церкоспорозу сої. Під мікроскопом вивчити будову конідіального спороношення. Описати цикл розвитку та морфологічні особливості патогена.

Церкоспороз сої

Захворювання поширене повсюдно на культурних і диких сортах сої.

Збудник: недосконалий гриб *Cercospora sojina* Nara порядку *Hyphomycetales*, класу *Deuteromycetes*.

Конідії безбарвні циліндрично-веретеноподібні або булавоподібні, розміром 22-92 x 5-10 мкм із 1-5 поперечними перегородками.

Симптоми. Вражаються всі надземні органи рослини. На сім'ядолях з'являються коричневі виразки з темно-бурою каймою і брудно-сірим нальотом.

Листки покриваються попелясто-сірими плямами розміром 3-6 мм з характерною темно-коричневою каймою. З нижнього боку листків у місцях плям утворюється темно-сірий наліт спороношення гриба. Зазвичай плями з'являються поблизу головних жилок листка (рис. 7.5). На стеблах плями подовжені, вдавнені, спочатку червонуваті з сіруватим центром і коричневим обідком, як правило, без нальоту. На стулках бобів утворюються округлі вдавнені плями бурого кольору, з коричневим обідком. На насінні вони неправильно-округлі, опуклі, штрихово-сірі з різко вираженим бурим обідком. Наліт спороношення на бобах і насінні не утворюється.

Цикл розвитку хвороби. Грибниця патогена розповсюджується міжклітинниками уражених тканин. З нижнього боку листків формується конідіальне спороношення у вигляді пучків буро-оливкових конідіеносців із конідіями. За допомогою конідій грибок розповсюджується в період вегетації сої. Інкубаційний період хвороби становить 6-12 днів.

Джерело інфекції – заражене насіння, пожнивні рештки рослин і дикоросла соя.

Шкодочинність. В ураженому насінні вміст олії зменшується на 2-7%, протеїну – на 4-5, схожість знижується на 19-36%. Урожай сої за сильного ураження зменшується в 2-3 рази.

Заходи боротьби. 1. Вирощування стійких до хвороби сортів. 2. Профілактичні заходи: збір насіння з незаражених ділянок, ретельне очищення та протруювання.

Контрольні питання

1. Дайте характеристику збуднику іржі гороху. Опишіть цикл розвитку захворювання.
2. Опишіть симптоми ураження, шкодо чинність та основні заходи захисту гороху від іржі.
3. Описати симптоми ураження сої аскохітозом та пероноспорозом.
4. Описати цикл розвитку пероноспорозу сої.
5. Зазначити особливості ураження квасолі антракнозом та описати цикл розвитку захворювання.
6. Описати симптоми ураження та цикл розвитку церкоспорозу сої.
7. Перерахуйте основні заходи захисту зернобобових культур від грибних захворювань.

**ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ МОДУЛЬНОЇ РОБОТИ І
«Хвороби зернових та зернобобових культур»**

1. Основні типи прояву захворювань сільськогосподарських культур.
2. Фітопатогенні бактерії, шляхи їх проникнення у рослину, типи і симптоми уражень.
3. Джерела інфекції та шляхи передачі бактеріальних хвороб.
4. Мікоплазми як збудники хвороб рослин.
5. Морфо-біологічні властивості актиноміцетів – збудників хвороб рослин.
5. Характеристика вірусів як збудників хвороб.
6. Органи вегетативного та репродуктивного розмноження грибів.
7. Характеристика класів нижчих грибів (*Chytridiomycetes*, *Oomycetes*, *Zygomycetes*) як збудників хвороб рослин.
8. Характеристика класів вищих грибів (*Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Deuteromycetes*) як збудників хвороб рослин.
9. Тверда сажка пшениці. Симптоми, циклу розвитку, заходи боротьби.
10. Летюча сажка пшениці. Симптоми, циклу розвитку, заходи боротьби.
11. Лінійна іржа пшениці. Морфо-біологічні особливості збудника, цикл розвитку хвороби, шкодочинність, заходи боротьби.
12. Бура листкова іржа пшениці. Морфо-біологічні особливості збудника, цикл розвитку хвороби, шкодочинність, заходи боротьби.
13. Борошниста роса пшениці. Симптоми, види спороношення збудника, цикл та фактори розвитку хвороби, шкодочинність, заходи боротьби.
14. Жовта іржа пшениці. Симптоми, особливості циклу розвитку.
15. Оливкова плісень. Симптоми, цикл розвитку хвороби. Фактори, що впливають на розвиток захворювання. Заходи боротьби.
16. Хвороби із групи випрівання озимих культур. Снігова плісень. Тифульозна гниль. Умови розвитку захворювань, заходи боротьби.
17. Бактеріальні хвороби пшениці: базальний та чорний плямистий бактеріоз. Симптоми, цикл розвитку, шкодочинність, заходи боротьби.
18. Вірусні хвороби пшениці: російська мозаїка. Симптоми, цикл розвитку хвороби, заходи боротьби.
19. Сажкові захворювання ячменю: летюча, чорна та тверда сажки.
20. Іржасті захворювання пшениці: лінійна та карликова іржа.
21. Тверда сажка вівса. Симптоми, цикли розвитку, заходи боротьби.
22. Корончаста іржа вівса. Симптоми, цикли розвитку, заходи боротьби.
23. Пухирчаста сажка кукурудзи. Симптоми, цикли розвитку, заходи боротьби.
24. Летюча сажка кукурудзи. Симптоми, цикли розвитку, заходи боротьби.
25. Звичайна сажка проса.
26. Фітофтороз гречки. Морфо-біологічні особливості збудника, цикл розвитку хвороби, заходи боротьби.
27. Іржа гороху. Цикл розвитку хвороби, шкодочинність, заходи боротьби.
28. Пороноспоровоз сої. Симптоми, морфо-біологічні особливості збудника, цикл розвитку хвороби, шкодочинність, заходи боротьби.
29. Антракоз квасолі. Симптоми, цикл розвитку, заходи боротьби.
30. Церкоспоровоз сої. Симптоми, цикл розвитку, заходи боротьби.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**Базова література**

1. Фітопатологія : підручник / Марков І. Л. та ін.; за ред. Маркова І. Л. Київ : Ліра, 2019. 548 с.
2. Колодійчук В. Д., Кривенко А. І., Шушківська Н. І. Практикум із сільськогосподарської фітопатології : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 232 с.
3. Буценко. Л. М., Пиріг Т. П. Біотехнологічні методи захисту рослин : підручник. Київ : Ліра, 2020. 346 с.
4. Власенко В. А., Рожкова Т. О. Загальна мікологія : навчальний посібник. Суми : Сумський НАУ, 2016. 271 с.
5. Пересипкін В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2000. 415 с.

Допоміжна література

1. Лавренко С. О., Мринський І. М. Шкідники та хвороби однорічних бобових культур : навчальний посібник / за ред. І. М. Мринського. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 324 с.
2. Біотехнологічні методи захисту рослин : підр. / Л. М. Буценко, Т. П. Пиріг. К. : Ліра, 2018. 346 с.
3. Довідник із захисту польових культур від хвороб та шкідників / І. Л. Маркін, М. В. Рубан. Вид. К., 2018 р. 396 с.
4. Маркін І. Л., Рубан М. В. Довідник із захисту польових культур від хвороб та шкідників. Київ : Ліра, 2018 р. 396 с.

Навчальне видання

ФІТОПАТОЛОГІЯ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Коваленко** Олег Анатолійович,
Маркова Наталія Валентинівна.

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 4,75
Тираж 100 прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020 м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.